

室蘭工業大学研究報告．理工編 第43号 全1冊

その他（別言語等） のタイトル	Memoirs of the Muroran Institute of Technology. Science and engineering vol.43
journal or publication title	Memoirs of the Muroran Institute of Technology. Science and engineering
volume	43
year	1993-11-25
URL	http://hdl.handle.net/10258/2805

(ISSN 0580-2415)

(CODEN : MKDKBC)

室 蘭 工 業 大 学
研 究 報 告

理 工 編

第 43 号

平成 5 年 11 月

MEMOIRS

OF

THE MURORAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Science and Engineering

NO.43

Nov.,1993

MURORAN HOKKAIDO

JAPAN

Editing Committee

K. Honda	Prof.	<i>Chief Librarian</i>
M. Irie	Asst. Prof.	<i>Civil Engineering and Architecture</i>
S. Hayashi	Prof.	<i>Mechanical System Engineering</i>
Y. Suzuki	Asst. Prof.	<i>Computer Science and Systems Engineering</i>
T. Sakaguchi	Asst. Prof.	<i>Electrical and Electronic Engineering</i>
T. Momono	Asst. Prof.	<i>Materials Science and Engineering</i>
S. Kikuchi	Asst. Prof.	<i>Applied Chemistry</i>
T. Yamaguchi	Asst. Prof.	<i>Common Subject</i>

All communications regarding the memoirs should be addressed to the chairman of the committee.

These publications are issued at irregular intervals. They consist of two parts. Science and Engineering and Cultural Science.

室蘭工業大学研究報告 第 43 号

理 工 編

目 次

有限要素法による円形テーパ導波管の電磁界解析	大 西 孝 臣 黒 島 利 一 杉 岡 一郎	1
針状パラジウム電極の水素透過特性とイオン放射特性	寺 岡 努 中 根 英 章 安 達 洋	19
凍土用リアルタイム処理物理探査機器の開発研究	河 内 邦 夫 武 藤 典 俊 後 藤 雅 三 高 見 徹 和 気	31
学術研究発表集録（平 4. 4. 1～平 5. 3. 31）		61

有限要素法による 円形テーパ導波管の電磁界解析

大西 孝臣^{*}, 黒島 利一^{**}, 杉岡 一郎^{**}

Electromagnetic Analysis of Circular Taper Waveguide Using Finite Element Method

Takaomi OHNISHI, Toshikazu KUROSHIMA and Ichiro SUGIOKA

Abstract

The taper waveguide is useful to make short the length of matching device between different characteristic impedances. The taper profile may produce the propagation mode transformation. So, it is remarkable to design the profile of taper waveguide. For multi-mode analysis, the method based on transmission line model is not so applicable.

In this paper, we discuss the technique of multi-mode analysis of circular taper waveguide using finite element method (FEM) first. Next, the results of analysis by the program we developed may be shown.

As the result, using axis-symmetric triangular ring elements shows a peak of the absolute value of complex mode amplitude of transverse magnetic field in a taper waveguide. That mode cannot propagate through the uniform waveguide with same cross section. This show the affection by the taper shape of waveguide.

1. はじめに

テーパ形伝送線路は、特性インピーダンスの異なる線路を整合させるために用いられ、伝搬するマイクロ波の進行方向について滑らかな特性インピーダンス変化を持つ線路である。滑らかなインピーダンス変化をしているので、電圧反射係数等に関してより良い周波数特性が得られることが期待できる。また、マイクロ波素子が小型化される趨勢にあるので、決まった長さの範囲内で広帯域の伝送特性を持ったテーパ形状の設計は重要である。

さらに、テーパ形伝送線路を改良する場合などにおいて、テーパ部の途中で基本モードのカットオフ点となる断面があるようなケースやそれに近いケースが出てくるため、入射された基本モードが途中でモード変換を起こす可能性があることが分かってきた。その事実を検証するためには、マルチモードについての解析が必要である。

また、テーパ形導波管の形状のわずかな誤差が導波管内の電磁場に大きな影響を与えるので、

^{*} 室蘭工業大学大学院博士前期課程 平成5年3月修了 (現在, 苫小牧工業高等専門学校)

^{**} 室蘭工業大学

経験に頼ったトライアル・アンド・エラーによるテーパ形状の設計・開発には限界がある。したがって、何らかの理論的根拠に基づいた設計指針が必要である。

そこで本研究では、数値解法の1つである有限要素法を用いて、円形テーパ導波管のモード伝達問題について解析を行った。

2. 問題の定式化

まず簡単のために、問題の基本的解釈として、時間調和な定常かつ線形の問題に限定し、導波管内の媒質を、均質、等方、線形性を示すものとし、導波管の内壁表面も完全導体、即ち導電率を無限大にできる場合を対象にした。このような条件の下で、導波管内の界を支配する方程式として用いられるのは、印加電流及び電流源の無い場合のフェザー表示の Maxwell 方程式、

$$\begin{aligned}\nabla \times \bar{\mathbf{E}} &= -j \omega \mu \bar{\mathbf{H}} \\ \nabla \times \bar{\mathbf{H}} &= j \omega \epsilon \bar{\mathbf{E}}\end{aligned}\tag{1}$$

あるいは、ベクトル型の Helmholtz 方程式、

$$\begin{aligned}\nabla^2 \bar{\mathbf{E}} + \omega^2 \epsilon \mu \bar{\mathbf{E}} &= \bar{\mathbf{0}} \\ \nabla^2 \bar{\mathbf{H}} + \omega^2 \epsilon \mu \bar{\mathbf{H}} &= \bar{\mathbf{0}}\end{aligned}\tag{2}$$

などである。ただし、 ω は入射波の角周波数、 ϵ 、 μ は導波管内の誘電率、透磁率、“ ∇^2 ” はベクトル Laplace 演算子である。ここでは、問題を有限要素法に導入する際に、問題の近似解の自由度を大きくするために、(2) 式における磁界に関する方程式 (第2式) を採用して解析を行った。次に、2つの媒質の境界についての電磁気学的考察¹⁾を行うと、Maxwell 方程式や、Gauss の発散定理、Stokes の定理等のベクトル解析における定理から、以下の磁界に関する境界条件が導出される。

- 完全導体、短絡終端、あるいは電気壁に関する境界条件として、次の斉次 Neumann 条件、

$$(\nabla \times \bar{\mathbf{H}}) \times \bar{\mathbf{n}} = \bar{\mathbf{0}}\tag{3}$$

- 電界の対称面、開放終端、あるいは磁気壁に関する境界条件として、次の斉次 Dirichlet 条件、

$$\bar{\mathbf{H}} \times \bar{\mathbf{n}} = \bar{\mathbf{0}}\tag{4}$$

- 磁界の横場の決まった開口終端に関する境界条件として、次の非斉次 Dirichlet 条件、

$$\bar{\mathbf{H}} \times \bar{\mathbf{n}} = \bar{\mathbf{p}}\tag{5}$$

ただし、 $\bar{\mathbf{n}}$ は導波管外部へ向いた導波管表面に関する単位法線ベクトル、 $\bar{\mathbf{p}}$ は境界面における磁

界の接線成分である。以上、(2)、(3)、(4)及び(5)式を基本として本研究で扱う問題をベクトル Helmholtz 方程式による境界値問題の形で表わした。

次に、この境界値問題を有限要素法に導入するために、積分汎関数を用いた変分問題を導く必要がある。そこで(6)式を(2)式の磁界に関する式を Euler 方程式²⁾とする積分汎関数として導入する。

$$F(\bar{H}) = \int_V \left\{ \frac{1}{\epsilon_r} (\nabla \times \bar{H})^* \cdot (\nabla \times \bar{H}) - (\omega^2 \epsilon_0 \mu_0) \mu_r \bar{H}^* \cdot \bar{H} \right\} dV \quad (6)$$

ただし、 ϵ_r 、 μ_r は、導波管内の場の真空に対する比誘電率、比透磁率である。この(6)式の第1変分²⁾ δF を求め、変分原理にしたがって δF を0にすると、(2)式の磁界に関する式(第2式)と(3)式が導出される。(3)式は自然境界条件として(6)式に吸収される。(4)及び(5)式は基本境界条件として(6)式とは別に評価する。以上により、(6)、(4)及び(5)式で変分問題を導出したことになるが、本研究における問題のような導波路の不連続問題を扱う場合、(4)及び(5)式とは別の特性インピーダンス終端に関する境界条件を導出すると便利である。これについては第5節で述べる。

3. 円形テーパ導波管

本研究では図-1のような次第に径が変化する、テーパ形の円形導波管を対象にしてモード解析を行う。

ここで、 z は入射波の進行方向、入出力端の特性インピーダンスは Z_1 、 Z_2 、テーパ導波管の長さを l とする。このような伝搬方向に不連続を持つ線路に対してユニ・モードの伝搬を解析する場合、(7)式を基本とした伝送線路モデルを用いた解析法³⁾がある。

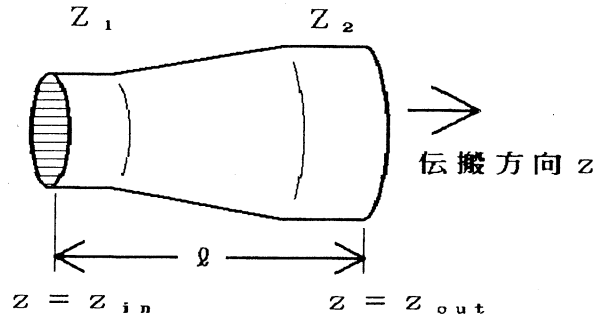


図-1 円形テーパ導波管

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dz} &= -ZI \\ \frac{dI}{dz} &= -YV \end{aligned} \quad (7)$$

ただし V 、 I は伝送線路の電圧と電流、即ちモードの電界、磁界の振幅を表わす測度であり、 Z 、 Y は単位長当りの直列インピーダンス、並列アドミッタンスである。また、(8)式のように、位置 z における伝搬定数 γ 、特性インピーダンス Z_0 、反射係数 ρ を導入する。

$$\begin{aligned}\gamma &= \sqrt{ZY} \\ Z_0 &= \sqrt{Z/Y} \\ \rho &= \frac{V/I - Z_0}{V/I + Z_0}\end{aligned}\tag{8}$$

(8) 式の導入により, (7) 式から (9) 式の ρ に関する 1 階非線形微分方程式を導くことができる。

$$\frac{d\rho}{dz} - 2\gamma\rho + \frac{1}{2}(1 - \rho^2) \frac{d\{\ell n(Z_0)\}}{dZ} = 0\tag{9}$$

ここで, 問題の目的が線路のテーパ部における影響による入射波の反射が小さくなるように設計することであるから, (9) 式に「 $\rho^2 \ll 1$ 」という仮定を与えて, (10) 式のように線形化することができる。

$$\begin{aligned}\frac{d\rho}{dz} - 2\gamma\rho + F(z) &= 0 \\ F(z) &= \frac{1}{2} \frac{d\{\ell n(Z_0)\}}{dz}\end{aligned}\tag{10}$$

ここで, (10) 式の $F(z)$ は, 位置 z における特性インピーダンスの変化による反射の度合を示している。

(10) 式に終端 ($z = z_{\text{out}}$) における境界条件「 $\rho = 0$ 」を施し, ρ について解いた解 $\rho(z)$ に $z = z_{\text{in}}$ を代入すると, (11) 式のテーパ導波管全体としての入力端における反射係数 $\rho(z_{\text{in}}) = \rho_{\text{in}}$ が得られる。

$$\rho_{\text{in}} = \int_{z_{\text{in}}}^{z_{\text{out}}} F(z') \exp \left[-2 \int_{z_{\text{in}}}^{z'} \gamma(\xi) d\xi \right] dz'\tag{11}$$

4. 有限要素によるモデリング

本研究において導波管のモデル化に用いた有限要素は, 図-3 及び図-4 に示す共に 2 次 Lagrange⁴⁾ のアイソパラメトリック⁴⁾ な 6 節点軸対称三角形リング要素⁴⁾ (図-3) 及び 10 節点四面体要素⁴⁾ (図-4) である。

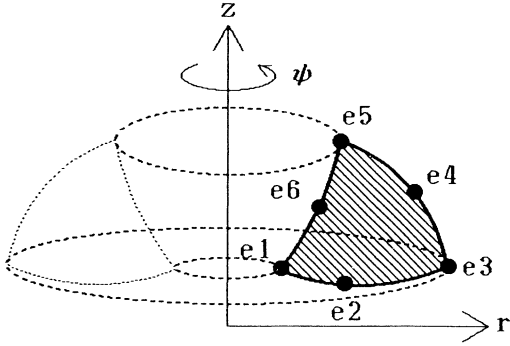


図-2 軸対称三角形リング要素

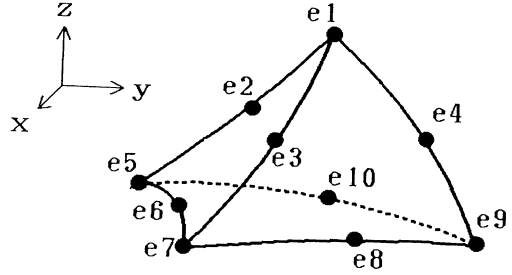


図-3 四面体要素

図-2 及び図-3 の各要素には節点に対応して、節点と同数の基底関数があり、Lagrange 要素は Lagrange 多項式を基底関数として用いている。この基底関数により、要素の各節点における問題の未知変数 \bar{H} (軸対称の 3 次元要素の場合は、 (H_r, H_ϕ, H_z) 、四面体要素の場合は (H_x, H_y, H_z)) の値が算出できれば、各節点値を係数にした基底関数の一次結合をとることによって、即ち各節点値を Lagrange 補間することによって、その未知変数の要素内の任意の位置における値を近似することができる。言い替えると、有限要素を導入することによって、場の未知変数の値の分布を各節点に関して離散化することが可能になる。これを場全体にまとめると、ベクトル $[H_r]$ 、 $[H_\phi]$ 、 $[H_z]$ のようになる。

この有限要素による離散化によって、導波管内の全領域 V について、(6) 式の核となる積分汎関数が (12) 及び (13) 式のような二次形式の形に離散化できる。

$$\int_V (\nabla \times \bar{H})^* \cdot (\nabla \times \bar{H}) dV \doteq [H^*]^T [K] [H] \quad (12)$$

$$\int_V \bar{H}^* \cdot \bar{H} dV \doteq [H^*]^T [M] [H] \quad (13)$$

ここで、本研究で用いている 2 次 Lagrange 要素である図-2 及び図-3 の「節点 e_i 」に対応した基底関数を N_{e_i} とし、(19) 及び (20) 式のように基底関数を並べた列ベクトルを $[N]$ とすると、三角形リング要素について、(12) 及び (13) 式は (14) 及び (15) 式のように離散化される。

$$\begin{aligned}
 & \int_v (\nabla \times \bar{H})^* \cdot (\nabla \times \bar{H}) dV \\
 & \doteq \begin{pmatrix} [H_r'^*] \\ [H_\varphi'^*] \\ [H_z'^*] \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \int_v \{ [N]_{\partial_z} [N]_{\partial_z}^T + (s^2/r^2) [N] [N]^T \} dV \\ \int_v \{ (s/r) [N]_{\partial_r} [N]^T + (s/r^2) [N] [N]^T \} dV \\ - \int_v [N]_{\partial_r} [N]_{\partial_z}^T dV \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \int_v \{ (s/r) [N] [N]_{\partial_r}^T + (s/r^2) [N] [N]^T \} dV \\ \int_v \{ [N]_{\partial_z} [N]_{\partial_z}^T + [N]_{\partial_r} [N]_{\partial_r}^T + (1/r) [N] [N]_{\partial_r}^T + (1/r) [N]_{\partial_r} [N]^T + (1/r^2) [N] [N]^T \} dV \\ \int_v (s/r) [N] [N]_{\partial_z}^T dV \end{pmatrix} \\
 & \begin{pmatrix} - \int_v [N]_{\partial_z} [N]_{\partial_r}^T dV \\ \int_v (s/r) [N]_{\partial_z} [N]^T dV \\ \int_v \{ [N]_{\partial_r} [N]_{\partial_r}^T + (s^2/r^2) [N] [N]^T \} dV \end{pmatrix} \begin{pmatrix} [H_r'] \\ [H_\varphi'] \\ [H_z'] \end{pmatrix} \quad (14)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \int_v \bar{H}^* \cdot \bar{H} dV \\
 & \doteq \begin{pmatrix} [H_r'^*] \\ [H_\varphi'^*] \\ [H_z'^*] \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \int_v [N] [N]^T dV & [O] & [O] \\ [O] & \int_v [N] [N]^T dV & [O] \\ [O] & [O] & \int_v [N] [N]^T dV \end{pmatrix} \begin{pmatrix} [H_r'] \\ [H_\varphi'] \\ [H_z'] \end{pmatrix} \quad (15)
 \end{aligned}$$

ただし、(14)及び(15)式の $[H_r']$ 、 $[H_\varphi']$ 、 $[H_z']$ は(16)式のように定義した。

$$\begin{aligned}
 [H_r'] &= \exp(-js\psi) [H_r] \\
 [H_\varphi'] &= \exp(-js\psi) [H_\varphi] \\
 [H_z'] &= \exp(-js\psi) [H_z] \quad (16)
 \end{aligned}$$

次に四面体要素について(12)及び(13)式は(18)及び(19)式のように離散化される。ここで、 $[N]_{\partial_z}$ は、 $[N]$ の各成分を z に関して偏微分したものを成分とするベクトルである。

$$\begin{aligned}
 & \int_V (\nabla \times \bar{H})^* \cdot (\nabla \times \bar{H}) dV \\
 & \doteq \begin{pmatrix} [H_x^*] \\ [H_y^*] \\ [H_z^*] \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \int_V ([N]_{\partial_y} [N]_{\partial_y}^T + [N]_{\partial_z} [N]_{\partial_z}^T) dV & - \int_V [N]_{\partial_y} [N]_{\partial_x}^T dV \\ - \int_V [N]_{\partial_x} [N]_{\partial_y}^T dV & \int_V ([N]_{\partial_z} [N]_{\partial_z}^T + [N]_{\partial_x} [N]_{\partial_x}^T) dV \\ - \int_V [N]_{\partial_x} [N]_{\partial_z}^T dV & - \int_V [N]_{\partial_y} [N]_{\partial_z}^T dV \end{pmatrix} \begin{pmatrix} [H_x] \\ [H_y] \\ [H_z] \end{pmatrix} \quad (17)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \int_V \bar{H}^* \cdot \bar{H} dV \\
 & \doteq \begin{pmatrix} [H_x^*] \\ [H_y^*] \\ [H_z^*] \end{pmatrix}^T \begin{pmatrix} \int_V [N] [N]^T dV & [O] & [O] \\ [O] & \int_V [N] [N]^T dV & [O] \\ [O] & [O] & \int_V [N] [N]^T dV \end{pmatrix} \begin{pmatrix} [H_x] \\ [H_y] \\ [H_z] \end{pmatrix} \quad (18)
 \end{aligned}$$

(14) 及び (16) 式における変数 s は、三角形リング要素を用いる際、リング要素には対称性が必要であるため、扱えるモードは決まった自然数 s に対して、TE s ・モードあるいはTM s ・モードのマルチモードに限定される。一方、四面体要素にはそのような限定が無く、基底関数が表現できる範囲における全てのモードに関してマルチモード解析を行うことができる。一方、必要な節点数が多くなるため、係数行列 $[K]$ あるいは $[M]$ は大規模なものになり、これらを格納する記憶容量の問題が生じる。

各基底関数 N_{ei} は次の (19) 及び (20) 式のように、1 次 Lagrange 要素の基底関数の積で表現できる。三角形リング要素の場合は、節点 $e1$, $e3$, $e5$ に対応してそれぞれ L_1 , L_2 , L_3 とし、四面体要素の場合は、節点 $e1$, $e5$, $e7$, $e9$ に対応してそれぞれ L_1 , L_2 , L_3 , L_4 としている。

$$\begin{aligned}
 [N]^T &= [N_{e1} N_{e2} \cdots N_{e6}] \\
 &= [L_1 (2L_1 - 1) \quad 4L_1 L_2 \quad L_2 (2L_2 - 1) \quad 4L_2 L_3 \quad L_3 (2L_3 - 1) \quad 4L_1 L_3] \quad (19)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 [N]^T &= [N_{e1}N_{e2}\cdots N_{e10}] \\
 &= [L_1(2L_1-1) \quad 4L_1L_2 \quad 4L_1L_3 \quad 4L_1L_4 \quad L_2(2L_2-1) \\
 &\quad 4L_2L_3 \quad L_3(2L_3-1) \quad 4L_3L_4 \quad L_4(2L_4-1) \quad 4L_2L_4]
 \end{aligned} \tag{20}$$

(19) 及び (20) 式の 1 次 Lagrange 要素の基底関数 ($L_1 \sim L_3$ あるいは L_4) は、その対応した節点に関するシンプレックス座標 (または面積・体積座標) の成分と等価であるという事実があるため、ベクトル $[N]$ は各節点の大域座標系 (三角形リング要素については円柱座標系 (r, ψ, z), 四面体要素については Descartes 座標系 (x, y, z) における節点の座標) とは無関係に各要素毎の局所座標系であるシンプレックス座標系のみで定義できる。このことによって、係数行列 $[K]$ あるいは $[M]$ が効率良く計算でき、特に計算機資源が限られている場合は有効となる。

このように、(12) 及び (13) 式の離散化ができれば、(6) 式の積分汎関数 F は (21) 式のように離散化される。

$$\begin{aligned}
 F &\doteq [H^*]^T \left[\frac{1}{\epsilon_r} [K] + (\omega^2 \epsilon_0 \mu_0) \mu_r [M] \right] [H] \\
 &= [H^*]^T [A] [H]
 \end{aligned} \tag{21}$$

(6) 式を停留させる $[\bar{H}]$ が、求める磁界 H の近似解であるので、 F の $[H]$ に関する変分原理を適用すると (22) 式が得られる。

$$\frac{1}{2} \left[\frac{\partial F}{\partial H} \right] = [A] [H] \longleftrightarrow [O] \tag{22}$$

ただし、(22) 式の “ \longleftrightarrow ” は、(3) 式の自然境界条件以外の境界条件が設定された節点がある場合、係数行列 $[A]$ は特異行列になり、 $[A]$ に基本変形を施さない限り、“=” で結べないことを意味している。このような自然境界条件以外の境界条件の寄与 (次項で述べる特性インピーダンス終端) を (22) 式に加味することで、(23) 式のような行列方程式が得られる。

$$[A'] [H'] = [f] \tag{23}$$

5. 解析解を用いた境界条件

伝搬方向に不連続な導波路を解析する際、この導波路の入出力端に特性インピーダンス終端それぞれに接続して、対象となる不連続部以外での反射が全く無いという理想的な仮定を与えると、この不連続導波路のモード伝達問題は大幅に扱い易くなる。そのため、本研究では、解析解を用いた特性インピーダンス終端を表わす境界条件⁶⁾を採用し、これを (22) 式に適用することで (23) 式を導出する方法をとった。

まず、対象となる不連続導波路の入出力端に図-4 及び図-5 のように、有限長で様な導波

路を接続し、それぞれの一様導波路には、その一様な断面に一致した境界条件を課すための境界面と、境界面から見て内部側に同じ断面をした参照面を置く。

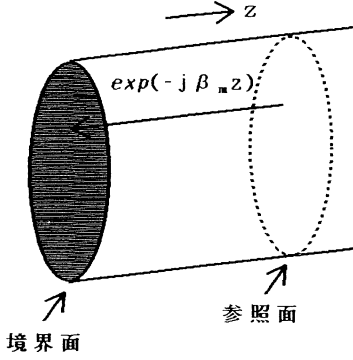


図-4 入力端での特性インピーダンス
境界条件モデル

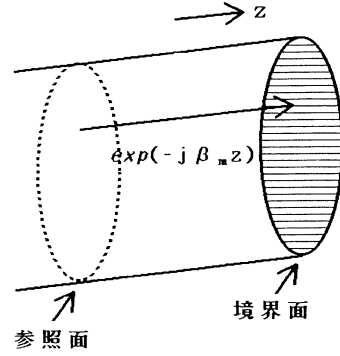


図-5 出力端での特性インピーダンス
境界条件モデル

ここで、入出力端それぞれの一様導波管について、伝搬し得る全てのモードの磁界の横場の解析解 $\bar{h}_m(\bar{r})$ 、位相定数 β_m と、境界面と参照面の距離 z が何らかの方法で既知になっているものとする。

図-4において、まず入射波を考えから除外し、不連続部からの反射についてのみ考えると、入力端の特性インピーダンス終端は、反射波を全て吸収すれば良いので、参照面の磁界の横場をそれぞれのモードについて分解して、各々に $\exp(-j\beta_m z)$ を乗じ、それ等を合成して境界面の磁界の横場とすることで境界条件とする。

次に、図-5における出力端の場合は、不連続部から来た透過波を全て吸収すれば良いので、入力端と同様に、参照面の磁界の横場をモード毎に分解し、それぞれに $\exp(-j\beta_m z)$ を乗じ、それ等を合成して境界面の磁界の横場とすることで境界条件とする。

以上により、入力端における入射波の取扱いを除いては、入力端と出力端での境界面と参照面の関係は同様なものであるので、入出力端を同等に扱って定式化すると、境界面、参照面の z 座標をそれぞれ z_{bord} 、 z_{ref} 、それぞれの面における磁界の横場を $\bar{H}(\bar{r}, z_{\text{bord}})$ 、 $\bar{H}(\bar{r}, z_{\text{ref}})$ とし、第 m 番モードの磁界のモード関数を $\bar{h}_m(\bar{r})$ とすると、 $\bar{H}(\bar{r}, z_{\text{bord}})$ と $\bar{H}(\bar{r}, z_{\text{ref}})$ の関係は (24) 式で示される。

$$\begin{aligned} \bar{H}(\bar{r}, z_{\text{bord}}) \\ = \sum_{m = \{\text{all mode}\}} \exp(-j\beta_m |z_{\text{bord}} - z_{\text{ref}}|) \bar{h}_m(\bar{r}) \cdot \int_{\Omega'} \bar{h}_m^*(\bar{r}') \cdot \bar{H}(\bar{r}', z_{\text{ref}}) d\Omega \end{aligned} \quad (24)$$

ただし、 Ω' に関する積分は、一様導波路の断面に関するものである。

仮に、話を Descartes 座標系の四面体要素に限定して、導波路の断面を $x - y$ 平面と解釈すると、(24) 式は (25) 式ようになる。

$$\begin{pmatrix} H_x(\bar{r}, z_{\text{bord}}) \\ H_y(\bar{r}, z_{\text{bord}}) \end{pmatrix} = \sum_m \exp(-j\beta_m |z_{\text{bord}} - z_{\text{ref}}|) \begin{pmatrix} h_{mx}(\bar{r}) \\ h_{my}(\bar{r}) \end{pmatrix} \cdot \int_{\Omega'} \{h_{mx}^*(\bar{r}') H_x(\bar{r}', z_{\text{ref}}) + h_{my}^*(\bar{r}') H_y(\bar{r}', z_{\text{ref}})\} d\Omega' \quad (25)$$

これを導波路の一樣部の断面における有限要素によって離散化して、断面を構成する全節点に関してまとめると参照面における磁界の横場と境界面における磁界の横場の離散化された関係式として (26) 式のような代数式を得る。

$$\begin{pmatrix} H_{x1} \\ H_{y1} \\ \vdots \\ H_{xn} \\ H_{yn} \end{pmatrix}_{\text{bord}} = \begin{pmatrix} z_{x1x1} & z_{x1y1} \cdots z_{x1xn} & z_{x1yn} \\ z_{y1x1} & z_{y1y1} \cdots z_{y1xn} & z_{y1yn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ z_{xn x1} & z_{xn y1} \cdots z_{xn xn} & z_{xn yn} \\ z_{yn x1} & z_{yn y1} \cdots z_{yn xn} & z_{yn yn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_{x1} \\ H_{y1} \\ \vdots \\ H_{xn} \\ H_{yn} \end{pmatrix}_{\text{ref}} \quad (26)$$

(26) 式を簡略化して (27) 式とする。

$$[H_{xy}]_{\text{bord}} = [z] [H_{xy}]_{\text{ref}} \quad (27)$$

一方、円柱座標系の三角形リング要素について、断面 $r - \theta$ 平面と解釈する時、ベクトルの内積に関して、

$$\begin{aligned} H_1 \cdot H_2 &= H_{1x}H_{2x} + H_{1y}H_{2y} \\ &= H_{1r}H_{2r} + H_{1\theta}H_{2\theta} \end{aligned} \quad (28)$$

の関係があるので、(25) 式に相当する式は添え字の「x」, 「y」を「r」, 「 θ 」に替えたものになり、四面体座標の場合と同じ要領で、(27) 式に相当する (29) 式が得られる。

$$[H_{r\theta}]_{\text{bord}} = [z] [H_{r\theta}]_{\text{ref}} \quad (29)$$

ここで、入力端における入射波についても考慮に入れ、(25) 式を (30) 式のように書き分ける。

$$\begin{aligned} [H_{xy}]_{\text{bord}} \cdot \text{in} &= [z]_{\text{in}} [H]_{\text{ref}} \cdot \text{in} + [f] \\ [H_{xy}]_{\text{bord}} \cdot \text{out} &= [z]_{\text{out}} [H]_{\text{ref}} \cdot \text{out} \end{aligned} \quad (30)$$

入力端における (24) 式での参照面と境界面の関係は、入射波の位相に逆行するものになる。

そのため、あらかじめ入力端の境界条件による影響を差し引いた波を入力しなければならない。したがって $\{\bar{f}\}$ は入力端の境界条件による影響を差し引いた入射波 \bar{f}' を離散化した際の、境界面上の節点値とする。

では、図-6 にこの \bar{f}' を導くために入力端の境界条件が入射波に与える影響について示す。

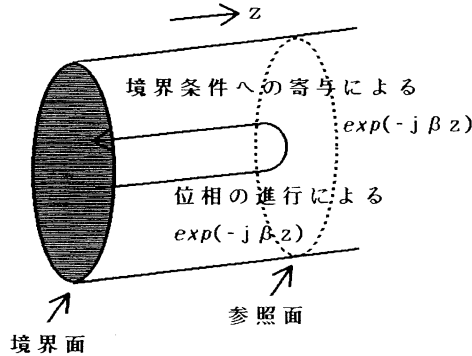


図-6 解析解を適応した際の入射波の影響

ここでは、入射波が被る影響について考えるので、反射波が無い前提で考えると、図-6の参照面での磁界の横場は、 z だけ離れた境界面を基準にして、位相が $\exp(-j\beta z)$ だけ進行したものになるはずである。しかし、参照面の境界面への境界条件による寄与のために、参照面の磁界の横場からさらに $\exp(-j\beta z)$ だけ位相が進んで境界面に返って来る。したがって、 $\exp(-2j\beta z)$ だけ位相を進ませた磁界の横場を予め差し引けば良い。入力端から第 m 番目のモードが入った際、 \bar{f}' は (31) 式で示される。

$$\bar{f}' = \{1 - \exp(-2j\beta_m z)\} \bar{h}_m(\bar{r}) \quad (31)$$

(30) 式で示した特性インピーダンス終端を表わす境界条件を、本研究の問題に導入する際、本来なら《“参照面・境界面”と“不連続部”》，あるいは《“参照面”と“境界面”》をある程度離した方が、計算結果も安定することが期待できる。しかし、実際には計算機の資源の都合上、特に後者に関しては係数行列のバンド幅の増大につながるため、図-7及び図-8のように参照面を2つに増やして、それぞれ半分ずつ境界面に寄与させ、その代わりに、図-9のように2次Lagrange要素一列分に境界面と2つの参照面を並べ、係数行列のバンド幅の増大を最小限に抑えるように工夫した。

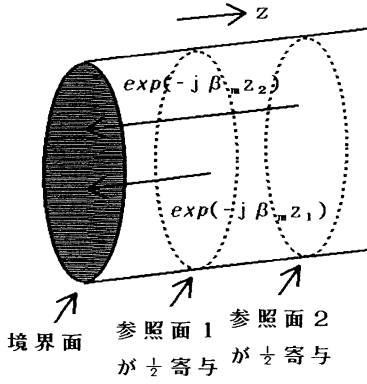


図-7 入力端での特性インピーダンス
境界条件モデル (参照面が2つ)

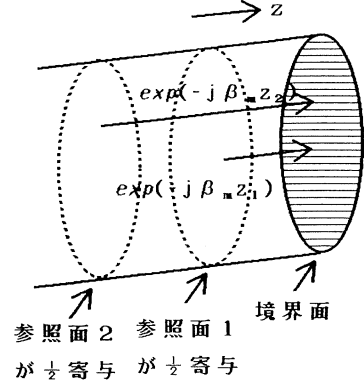


図-8 出力端での特性インピーダンス
境界条件モデル (参照面が2つ)

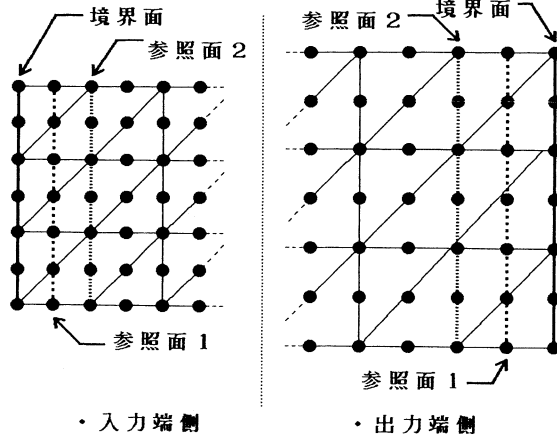


図-9 軸対称三角形リング要素を用いた時の境界面と参照面の設定位置

参照面を2つにし、境界面に対してそれぞれ半分ずつ寄与するようにしたので、(27) 式の代わりに (32) 式を用いる。

$$\begin{aligned} [H_{xy}]_{\text{bord}} &= \frac{1}{2} [z]_{\text{bord-ref1}} [H_{xy}]_{\text{ref1}} + \frac{1}{2} [z]_{\text{bord-ref2}} [H_{xy}]_{\text{ref2}} \\ &= [z]_1 [H_{xy}]_{\text{ref1}} + [z]_2 [H_{xy}]_{\text{ref2}} \end{aligned} \quad (32)$$

また、(30) 及び (31) 式に対応して (33) 及び (34) 式を用いる。

$$\begin{aligned} [H_{xy}]_{\text{bord} \cdot \text{in}} &= [z]_{\text{in1}} [H]_{\text{ref} \cdot \text{in1}} + [z]_{\text{in2}} [H]_{\text{ref} \cdot \text{in2}} + [f] \\ [H_{xy}]_{\text{bord} \cdot \text{out}} &= [z]_{\text{out1}} [H]_{\text{ref} \cdot \text{out1}} + [z]_{\text{out2}} [H]_{\text{ref} \cdot \text{out2}} \end{aligned} \quad (33)$$

$$\bar{f}' = \left\{ 1 - \frac{1}{2} \exp(-2j\beta_m z_1) - \frac{1}{2} \exp(-2j\beta_m z_2) \right\} \bar{h}_m(\bar{r}) \quad (34)$$

最後に、(33) 式で表わされた境界条件を (22) 式に適用して、(23) 式に対応した代数方程式 (35) 式を導出できる。

$$\begin{pmatrix} [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots \\ [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots \\ [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots \\ [0] \quad -[z]_{\text{in1}} \quad -[z]_{\text{in2}} \quad [1] \quad [0] \quad [0] \quad [0] \\ [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots \\ [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots [A] \cdots \\ [0] \quad [0] \quad [0] \quad [0] \quad -[z]_{\text{out1}} \quad -[z]_{\text{out2}} \quad [1] \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} [H]_{\text{other}} \\ [H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{in1}} \\ [H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{in2}} \\ [H_{xy}]_{\text{bord} \cdot \text{in}} \\ [H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{out1}} \\ [H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{out2}} \\ [H_{xy}]_{\text{bord} \cdot \text{out}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} [0] \\ [0] \\ [0] \\ [f] \\ [0] \\ [0] \\ [0] \end{pmatrix} \quad (35)$$

ここで、 $[H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{in1}}$ 、 $[H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{in2}}$ は入力端側の参照面の磁界の横場を表わし、 $[H_{xy}]_{\text{bord} \cdot \text{in}}$ は入力端側の境界面の磁界の横場を表わし、 $[H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{out1}}$ 、 $[H_{xy}]_{\text{ref} \cdot \text{out2}}$ は出力端側の参照面の磁界の横場を、 $[H_{xy}]_{\text{bord} \cdot \text{out}}$ は出力端側の境界面の磁界の横場を表わす。 $[H]_{\text{other}}$ は、 $[H]$ の内の上記の成分以外を表わす。また、 $[A] \cdots$ は (22) 式の $[A]$ の成分から変形する際に、変化の無かった部分の小行列、 $[0]$ は零小行列、 $[1]$ 単位小行列を表わす。

6. 数値実験

本研究では、軸対称三角形リング要素及び四面体要素を用い、対象として断面が一樣な円形の一樣導波管、あるいは特性インピーダンスが入射波の伝搬方向に指数関数的に変化し、円形の断面がその特性インピーダンスの変化にあわせて同心円状に拡大縮小する指数関数型のテーパ導波管 (EXP テーパ導波管) を用いてモード解析の数値実験を行った。

数値実験における (22) 式の $[A]$ に相当する係数行列は実対称の数千元オーダーの大規模行列であるが、(23) 式の $[A']$ に相当する係数行列は複素非対称の数千元オーダーの大規模バンド行列になる。したがって、(23) 式の行列方程式を解く際には、文献⁷⁾による 2 行 2 列の 2 重のアンローリングを施した実数帯行列用の kji 型外積形式 Gauss 法による LU 分解のプログラムを複素行列用に作り替えて導入した。また、複素行列用に作り替える際には、ピボット選択の際の係数行列の成分評価には、複素数の絶対値をノルムに用いた。

まず、軸対称三角形リング要素を用いて一様導波管及び EXP テーパ導波管を解析した。図-10に入力端、出力端の直径54mmと69mm、全長266mmの EXP テーパ部の前後にそれぞれ133mmの一様部を付けた導波管を解析した際の要素分割の様子を示す。

図-10のモデルの節点数は2541、要素数は1200で、各節点毎に未知変数が3成分あるので、係数行列は7623元である。また、行列のバンド幅は190であった。

この様なモデリングを直径54mm一様導波管に施して、基本モード TE_{11} のみが伝搬できる周波数3.4GHz の TE_{11} モードを入射

して、導波管内の TE_{11} モードを計算した。図-11は、計算結果の TE_{11} の複素振幅である。図-11における四角マークが複素振幅の実部で、蝶々マークが虚部である。図-12は、複素振幅の絶対値（砂時計マーク）を示している。図-12において、最小値0.997、最大値1.004に縮尺を変えていることに注意。以下同様。入射波は振幅1で、図の左から右へ伝搬する様に示した。

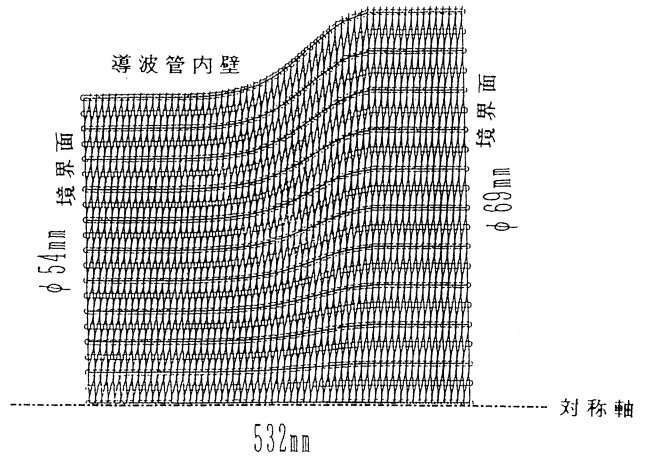


図-10 軸対称三角形リング要素によるモデリング

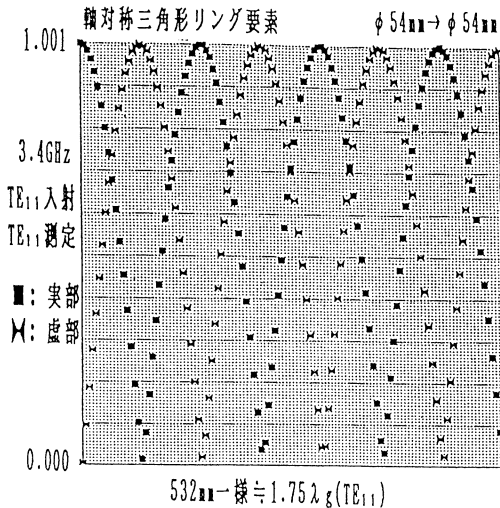


図-11 軸対称三角形リング要素による一様導波管の解析その1
(複素振幅)

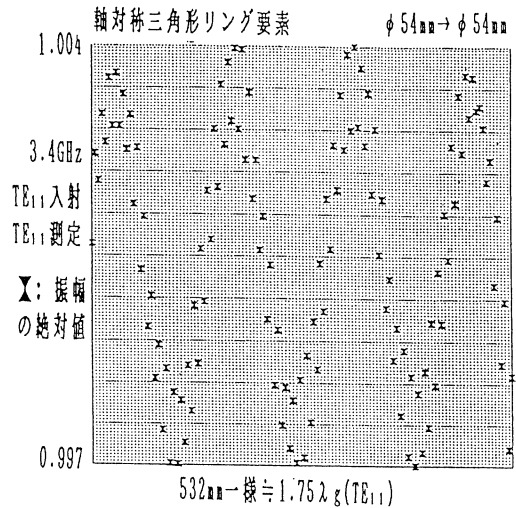


図-12 軸対称三角形リング要素による一様導波管の解析その2
(複素振幅の絶対値)

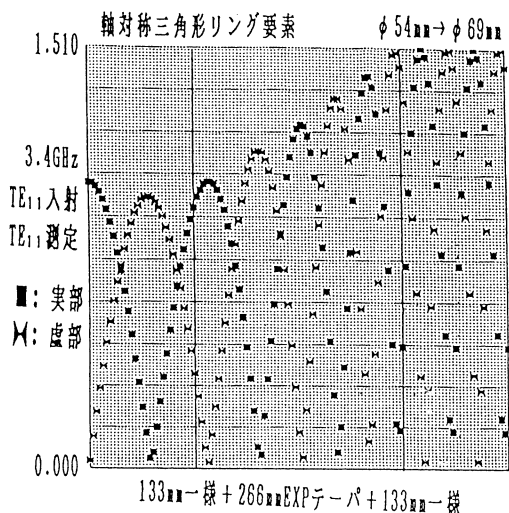


図-13 軸対称三角形リング要素による
EXP テーパ導波管の解析その 1
(TE₁₁モードの複素振幅)

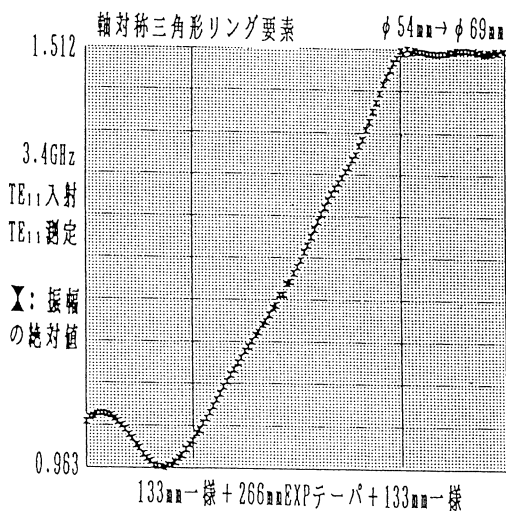


図-14 軸対称三角形リング要素による
EXP テーパ導波管の解析その 2
(TE₁₁モードの絶対値)

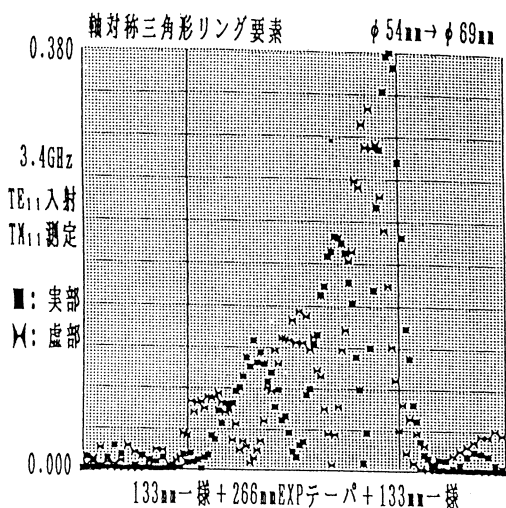


図-15 軸対称三角形リング要素による
EXP テーパ導波管の解析その 3
(TM₁₁モードの複素振幅)

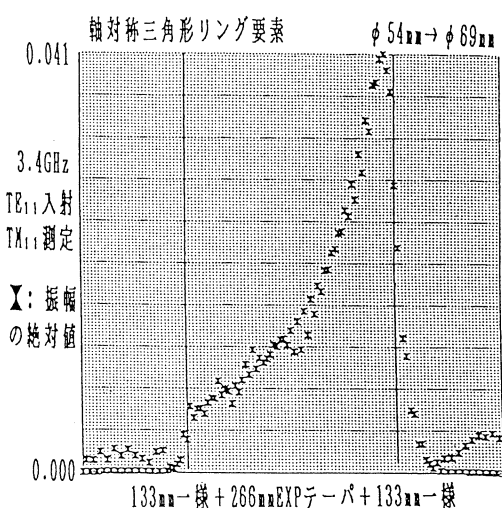


図-16 軸対称三角形リング要素による
EXP テーパ導波管の解析その 4
(TM₁₁モードの絶対値)

図-11を観察する限りではきれいな正弦波の複素振幅が示された。しかし、縦軸が拡大された図-12を見ると、振幅の絶対値には理論値1.000から0.003~0.004、即ち-50~-40dB程度、主に有限要素による離散化誤差が原因と考えられる僅かな誤差となる揺らぎが認められた。

次に、図-10に示したモデルのような入力端直径54mm，出力端直径69mmのEXP テーパー導波管に直径54mm，あるいは69mmの一樣導波管では基本モード TE_{11} のみが伝搬できる周波数3.4GHz の TE_{11} モードを入射して，導波管内の TE_{11} モード及び TM_{11} モードを計算した。図-13は計算結果の TE_{11} モードの複素振幅，図-14は TE_{11} モードの複素振幅の絶対値，図-15は TM_{11} モードの複素振幅，図-16は TM_{11} モードの複素振幅の絶対値を示している。

図-14における出力端側の複素振幅の絶対値1.512は，大間かな意味で直径54mmの入力端に入射した振幅1の TE_{11} モードがエネルギーの損失無しで直径69mmの出力端へ透過した場合の TE_{11} モードの振幅の絶対値と同じ値になる。また，図-15及び図-16から， TE_{11} モードを入射した際に，出力端側のテーパー部と一樣部の境目に，一樣導波管では非伝搬の TE_{11} モードのピークが観測された。このEXP テーパー導波管については3.3GHz～4.3GHz まで入射波の周波数のみを変化させて計算したが，いずれの周波数においても同様の TE_{11} モードのピークが観測された。

図-17は，図-10のモデルのEXP テーパーに関して入射波の周波数を3.3GHz～4.3GHz まで変化させて入力反射係数 ρ_0 についての周波数特性を計算した結果である。また，図-18には (11) 式を基にして計算した伝送線路モデルを用いたユニ・モード解析の理論における ρ_0 の周波数特性を示した。

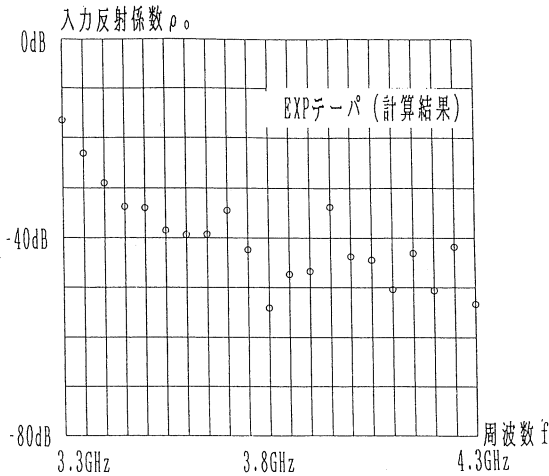


図-17 軸対称三角形リング要素による
EXP テーパー導波管の解析その5
(反射係数の周波数特性)

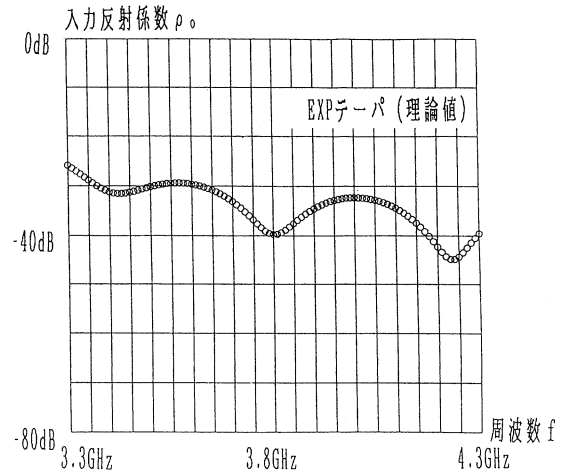


図-18 伝送線路モデルを用いた
EXP テーパー導波管の反射係数の
理論値

次に，四面体要素を用いて一樣導波管を解析した。図-19及び図-20にそれぞれ直径54mm，全長106.4mmの一樣導波管を解析した際の要素分割の様子を示す。

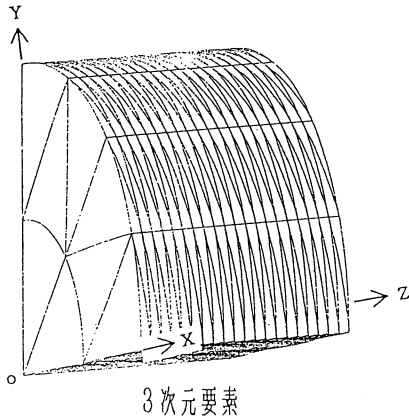


図-19 四面体要素によるモデリング
その1 (隠面処理図)

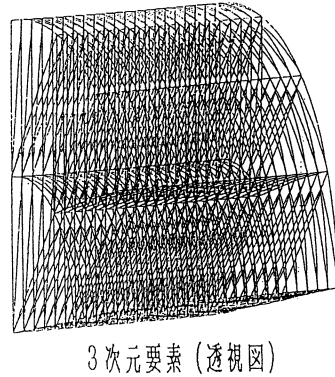


図-20 四面体要素によるモデリング
その2 (透視図)

図-19及び図-20のモデルの節点数は1025, 要素数は480, 係数行列は3075元である。また, 係数行列の半バンド幅は224であった。

図-19及び図-20のモデルの直径54mmの一様導波管に, 基本モード TE_{11} モードを入射して導波管内の TE_{11} モードを計算した。また同時に, 同じ導波管を軸対称三角形リング要素でモデリングして TE_{11} モードを計算した結果を信頼できる比較対象として示した。図-21は四面体要素で計算した TE_{11} モードの複素振幅, 図-22は軸対称三角形リング要素で計算した TE_{11} モードの複素振幅を示している。

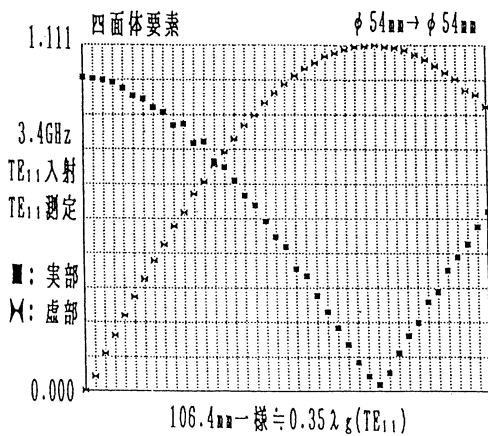


図-21 軸対称三角形リング要素による
一様導波管の解析
(図-21との比較用)

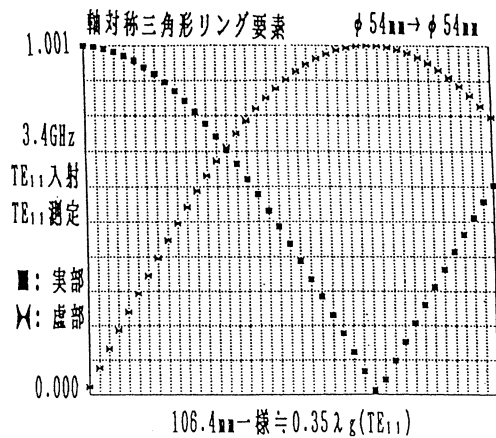


図-22 四面体要素による一様導波管の解析

図-21から、四面体要素での複素振幅は、入射波が進行するにつれて、その絶対値が大きくなって全体的に見て定常波になっているのが観測できる。これは、四面体要素と特性インピーダンス終端モデルとの間に不整合が生じているためであると考ええる。

7. おわりに

本研究では有限要素法を用いて円形テーパ導波管のマルチモード解析を行った。本研究の数値実験において軸対称三角形リング要素を用いた際、解析したEXPテーパ導波管のテーパ部の出力端側に一様導波管では非伝搬のモードのピークを観測した。この現象は、導波管のテーパ部によるモード変換と考えられる。今後はEXP以外の特性インピーダンス分布をしたテーパ導波管についても適用し、非伝搬モードのピークと各テーパの特性インピーダンスの分布との関係を明らかにすべきと考ええる。

四面体要素を用いて一様導波管を解析した際には、現在の要素分割では観測した基本モードの複素振幅が入射の進行方向について次第に大きくなったことが確認できた。この原因と考えられる四面体要素と特性インピーダンス終端モデルとの関係については、要素及び基底関数の選択、要素分割の方法、並びにそれ等に密接に関連している計算機資源の分割と代数方程式の解法、さらには問題を限定にした場合等について考察することが必要であると考ええる。

本研究の動機づけと有益なご助言をいただいたアンテン株式会社取締役玉川 晋氏に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) J.A.Stratton : 電磁理論 (桜井時夫訳, 生産技術センター, 1975)
- 2) 林 毅, 村 外志夫 : 変分法 (コロナ社, 1958)
- 3) R.W.Klofenstein : Proc. IRE, vol. 4, pp.31-35 (1956)
- 4) K.H.Huebner : 有限要素法 (山田嘉昭訳, 科学技術出版社, 1978)
- 5) O.C.Zienkiewicz : 基礎工学におけるマトリックス有限要素法 (吉識雅夫, 山田嘉昭共監訳, 培風館, 1975)
- 6) 加川幸雄, 小柴正則, 池内雅紀, 鏡 慎 : 電気・電子のための有限/境界要素法 (オーム社, 1984)
- 7) 小国 力 監 : 行列計算ソフトウェア WS, スーパーコン, 並列計算機 - (丸善, 1991)

針状パラジウム電極の水素透過特性とイオン放射特性

寺岡 努, 中根 英章, 安達 洋

Permeability of Hydrogen and Ion Emission Current Characteristics of Palladium Needles

Tsutomu TERAOKA, Hideaki NAKANE and Hiroshi ADACHI

Abstract

A new type of proton ion source which has a palladium needle is proposed. Palladium has the highest permeability of hydrogen among metals. The permeability increases with temperature and the hydrogen pressure. The hydrogen permeated through the palladium needle is utilized for the raw material of the ionization.

This system is basically the same structure as the field ion microscopy (FIM). The palladium needle, which is processed to be a sharp needle by means of electrolytic erosion, is welded to a stainless tube. Hydrogen molecules permeated through the palladium needle are expected to become protons due to high electric field at the apex.

The hydrogen permeability was measured as a function of temperature, for the hydrogen pressures of 1.5 to 3 atm, estimated at the inlet stage of the stainless tube. The permeability has a tendency to increase with the temperature and was measured to be 2.0×10^{-5} Torr·l/sec at 600°C and 1.5atm. This value of the hydrogen permeability should be sufficient for the proposing ion source.

Tentative experimental results of ionization obtained for the palladium needle will be given.

1. はじめに

電界電離型水素イオン（プロトン）源の実現を試みている。電界電離型イオン源は、原理的に高輝度で極微細集束が可能である。実用化できれば、電子の約1800倍の質量があるので、電子ビームとは一味違った応用が考えられる。電界電離イオン源は、電界イオン顕微鏡にその原理的な手本があり、そのうえに立って開発されてきた経緯がある¹⁾。つまり、冷却した針状電極（Emitter）表面に吸着する気体分子を針先端に集中する電界で電離してビーム状に取り出そうとしてきた。従って、放射電流は針電極への原料気体分子の供給速度で制限され、高輝度が得られなかったうえに、気体分子の供給が安定に行なわれず、放射イオン電流は極めて不安定なものであった。

この限界を乗り越える試みの一つとして、パラジウム（Pd）のもつ水素の選択透過性を利用して水素を針先端に供給する可能性を実験的に検討している²⁾。

Pdの水素透過性を発揮させるためには、表面が極めて清浄なPdが必要である。金属を鋭い針状に加工するには、電界イオン顕微鏡技術の一環として開発された電気化学的にエッチングす

る方法が一般的であり、ここでもこれを採用した³⁾。しかし、電気化学的にエッチングした表面は、空気中に取り出す際種々の汚染が生じてしまう。電界イオン顕微鏡では、自己加熱で高温にすることで清浄表面を得ているが、水素透過させるための構造を作ると、種々の制限のために清浄面に十分な高温まで自己加熱することができない。この困難を克服して、Emitter に加工した Pd の水素透過特性が測定できたので報告する。さらに低電界ではあるがイオン放射電流の測定結果も報告する。

2. イオン源の構想

本研究で考案するイオン源は図 1 に示すように、Pd を透過してきた水素を強電界によってイオン化し、水素イオンを取り出そうとするものである。実際にこの Pd を用いたイオン源を製作するにあたってどのような構造にすべきか、留意すべき点を以下に示した。

- (1) Pd を水素が透過するように、Pd を挟んで吸収される側と放出する側とで水素の圧力差を設定し、また、そのために隔壁を設けなければならない。
- (2) Pd に強電界が印加されるような形状、又は構造になっていなければならない。Pd の形状を考えるとときには電界だけでなく水素の透過についても考慮すべきであり、イオン化領域に透過水素が優先的に供給される構造が必要である。
- (3) Pd の透過率を増大させるため、加熱する必要がある。

また、このイオン源はその構造から次のような特徴を持つと考えられる。

電界電離ガスイオン源や液体金属イオン源と同様に、イオンの放出源が点源である。そのためビーム径を小さく絞ることができるので、微細加工や微小領域の分析等への応用が考えられる。隔壁によって水素ガスを完全に遮断すると高真空中に保つことができ、他のガスイオン源に見られる差動排気系を必要としない。

このイオン源の可能性を探るため、水素の透過性および放射電流の測定を行なった。

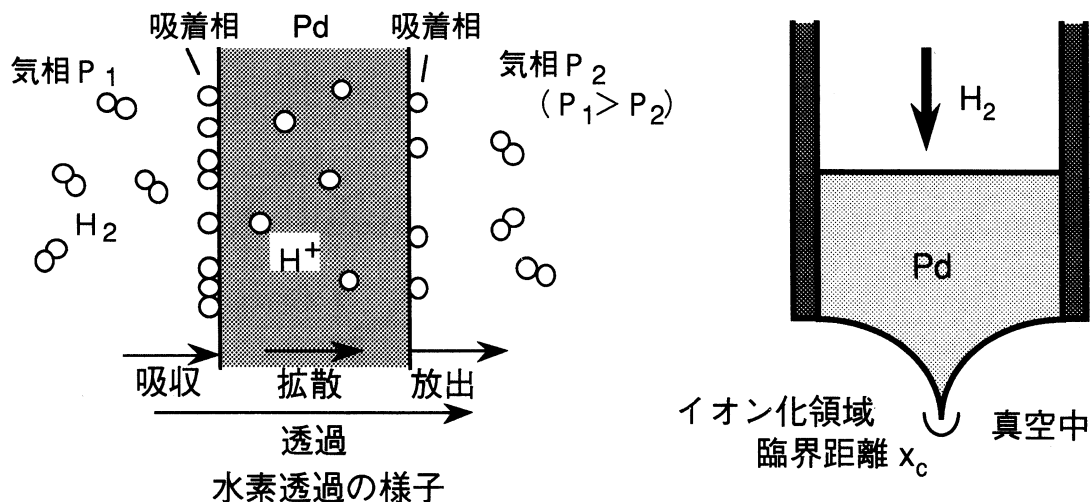


図1 Pdを透過する水素の様子と提案しているイオン源

3. 試料作製

本実験において作製した試料を図2に示す。取り扱いの便利さを考えて試料は、メタル・ガスケット式面シール継手 (CAJON 製) のナットを基台にして構成した。市販の Pd の線材 (純度 99.5%) 0.5mm ϕ を真空中で長時間加熱処理し、ステンレス304チューブ (外径 0.63mm ϕ , 内径 0.33mm ϕ) に挿入し、ジュール加熱による溶接を行なった。さらに、ステンレスチューブを、放電加工により穴を開けたナットに治具で固定し真空溶接炉内に設置した。ロウには BAg-8 を用い、 10^{-5} Torr 以下の圧力で真空ロウ溶接を行なった。Pd をステンレスチューブに溶接することにより、加熱領域を小さくすること、また Pd を高温に加熱することを可能にした。さらに、可能な限りステンレスチューブと Pd の大きさを小さくすることで透過領域を小さくした。

次に高電界を得るために Pd を Emitter に加工するが、その方法に電気化学的エッチングを用いた。研磨液は硝酸と塩酸の 2 : 3 の混合液である⁴⁾。ac, dc 電源による表面の仕上がり状態は、図3に示す電子顕微鏡写真から、ac では粗く、dc では結晶粒界が確認できるほど滑らかであり、先端形状も ac に比べてシャープであった。したがって ac により粗く加工した後で、dc によって仕上げ加工を行なった。Emitter は作製条件で多少サイズが異なるが、先端半径がサブミクロン、ステンレスとの溶接部分から先端までが 1 mm 以下、挿入部分が約 1 mm であった。

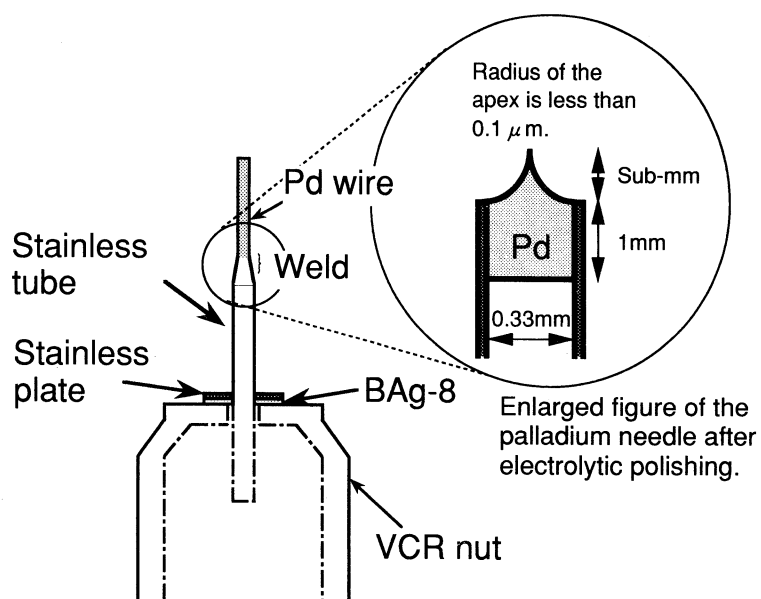
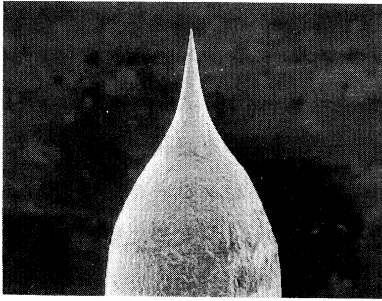
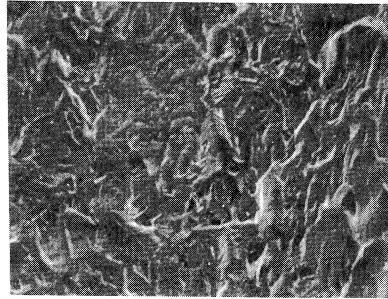


図2 作製した試料の概略図



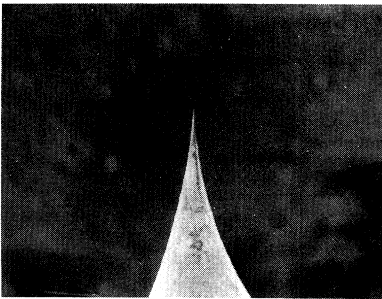
0.2 mm

After electrolytic polishing at ac 35 mA.



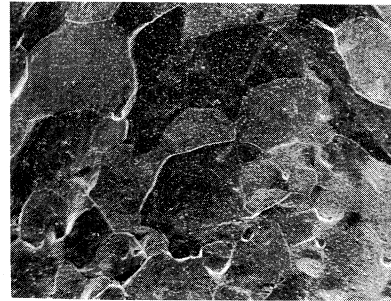
20 μm

Surface of the apex of the palladium needle after electrolytic polishing at ac 35 mA.



0.2 mm

After electrolytic polishing at dc 40 mA.



20 μm

Surface of the apex of the palladium needle after electrolytic polishing at dc 32 mA .

図3 Emitter の電子顕微鏡写真

4. 測定装置

この試料を組み込んだ真空装置の概略を図4に示す。真空容器内の主排気にはターボ分子ポンプを使用しており、最高到達圧は 10^{-9} Torrである。圧力の測定にはB-A型の電離真空計を、分圧には四重極質量分析計を使用した。

水素は真空容器外から絶縁管を経由して、図4の点線に沿ってPdまで送り込まれる。この管内の水素圧力は比較的高圧であり、その限界は耐圧の一番弱い絶縁管(7740 Pyrex)によって制限された。実験では水素圧3気圧以下で使用している。また、バルブの開閉により水素導入管内

も高真空中に排気することができる。

Pd の加熱は、タングステン線 (0.15mm ϕ) を図の位置にスポットウェルドし、通電加熱により 1000℃ 程度まで加熱することができる。温度測定はアルメル-クロメル熱電対を用いており、Pd の Emitter に近いところにスポットウェルドしてある。イオン化のための電界は試料と引出し電極板間に形成した。本実験では、引出し電極板を接地して電流計を接続できるようにし、試料側に正電位を与えた。引出し電極にはピンホールが開いており、ピンホールを通過してプローブ電極に電流計が接続してある。また、金属を加熱すると K^+ 、 Na^+ が大量に放出されるので、加熱部と針先端の間に遮蔽電極を設けることによってこれらのイオンが流れない構造にした。

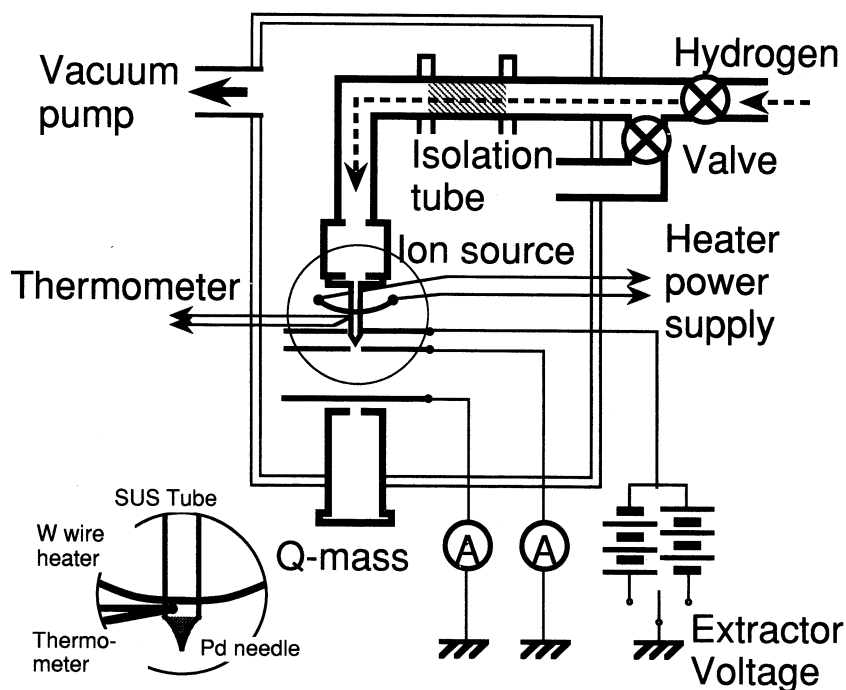


図 4 実験装置概略

5. 実験結果および考察

5.1 水素透過特性

イオンとなる物質の供給量の評価のため、水素透過量の温度依存性を測定した。

導入管内を一度、高真空中に排気し、水素を導入し Pd の温度を室温から 700℃ まで 100℃ ずつ上昇させ真空計にて全圧を測定した。また、同時に四重極質量分析計により分圧測定も行なった。質量分析結果から温度上昇による残留ガスの増加はすべて水素であることを確認した。従って水

素の透過量は以下のように全圧の変化から評価できる。圧力の変動がなくなり定常状態になったとき、真空容器内に侵入してくるガスと真空ポンプで排気されるガスの量が等しいから、つぎの関係式が成り立つ。

$$Q = P \times S$$

Q : 侵入してくるガスの量, P : 圧力, S : 排気速度

この式 Q には、残留ガスや器壁からでるガスなどが含まれているので、これらの分を差し引いて、純粋に Pd を透過してくる水素量 Q_H は次の式

$$Q_H = (P_1 - P_2) \times S$$

Q_H : Pd を透過してくる水素量, P_1 : Pd を加熱したときの圧力

P_2 : 水素導入前の圧力, S : 排気速度

で与えられる。

導入管での水素圧力をパラメータとして水素透過量の温度依存性を測定した結果を図 5 に示す。どの圧力においても水素の透過量は、100～200℃のところにピークを持ち、その後一様に増加する傾向が得られた。Pd-H₂の状態図⁵⁾から考えると、ピークの原因はβ相からα相への相転移に原因があると考えられる。室温では Pd はβ相であり、多量の水素が吸蔵されている。温度を上げていくとα+β、α相へと相転移していくのにもなって、吸蔵水素は放出され Pd 内の水素は減少する。β相は、脆弱で機械的強度が低く、また相転移によって格子間隔も変化するので、相転移の発生は極力避けるようにしなければならない⁶⁾。β相の生成および水素による異常膨張を防ぐために、装置の停止時や降温時には試料中の水素を除去する目的で、導入管中には 1.5気圧の窒素を導入した。

水素の透過量は圧力差 P が大きいほど大きく、透過量は P^n (n : 定指数であるが 0.5～1.0 の間に値を持つ) に比例する⁷⁾。300℃以上の温度範囲で、導入圧力を変化させたとき、 n : 0.5～0.7程度の値で透過量を持つことが確認された。

従来から報告されている水素透過膜と同じ程度の水素透過量が Pd を針状に加工した場合でも得られることが確認された。図 5 に示した程度の水素透過量があるとき、先端半径 1 μm の Pd Emitter のみを透過してくる水素がすべてイオン電流となると仮定すると 10^{-8} A 程度となる。この値は点イオン源として考えた場合、水素の透過量は十分であると考えられる。

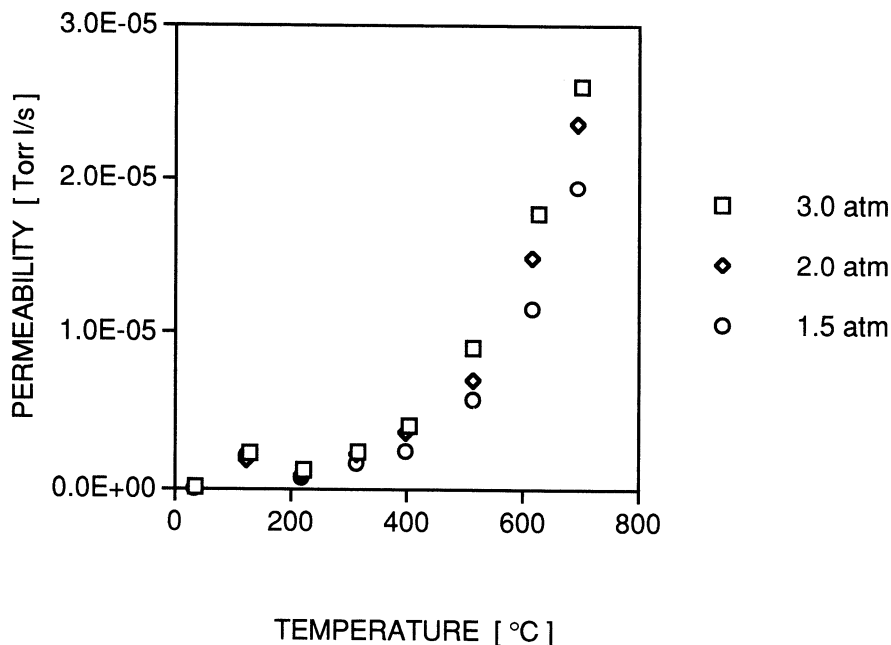


図5 水素透過量の温度依存性

5.2 Pd 表面の温度による変化

水素の透過にはPd表面が清浄であることが望まれる。金属表面を清浄化するには、電界イオン顕微鏡では高温に加熱することで清浄表面を得ているが、水素透過させるための構造を作ると、種々の制限のために清浄面を得るのに十分な高温まで自己加熱することができない。そこで、Pd表面層の加熱による変化をオージェ分析してみた。オージェ分析用真空槽に水素を導入しPd線を水素雰囲気中で加熱した後の表面層の変化を測定した。条件をできるだけ同じにするためにPd線はEmitterと同様にエッチングしたものを使用し、温度範囲は透過量を測定した場合と同じにした。

その測定結果を図6に示す。両者ともに温度上昇によって硫黄の増加が確認された。スパッタしなかった試料は表面の汚れである炭素、酸素の減少が認められた。炭素、酸素の減少は表面層の汚れが加熱により清浄化されたためであり、硫黄の増加は金属内部からの析出であると考えられる。

図4に示すような実験装置ではイオンスパッタ装置を配置することが難しいため、Pdの表面処理は、大気中で加熱し表面を酸化層でコートして真空槽に入れ、その後水素雰囲気中で加熱し還元作用により酸化層を取り去る方法を取った。そのオージェ分析結果を図7に示す。イオンスパッタ程ではないが炭素、酸素等の不純物の量が少ない表面が得られた。

図5の透過特性は表面処理を行なわなかった場合であるが、行なった場合でも透過性に違いは見られなかった。これは水素を透過させるための加熱が、結果的には水素雰囲気中での加熱と同等になり、表面が結果的に清浄化されたためと考えられ、加熱による表面層の変化が水素透過性に与える影響は少なかった。

イオン源として利用するとき、Emitterの汚染は重要な問題となる。したがって酸化膜による表面処理は、清浄表面をつくる際有効な手段と考えられる。しかし、加熱時の硫黄の増加が電界をかけたときにイオン電流にどのような影響を与えるかは今後の研究課題である。

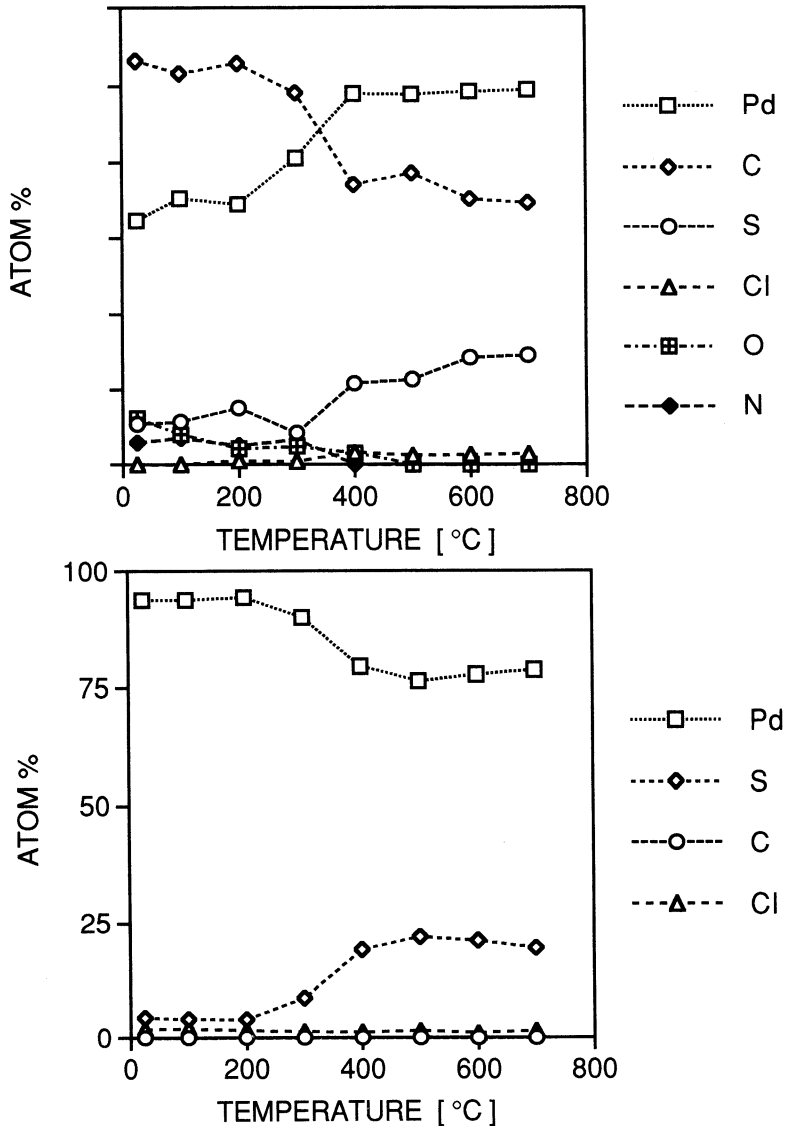


図6 Pd線の表面組成の温度依存性

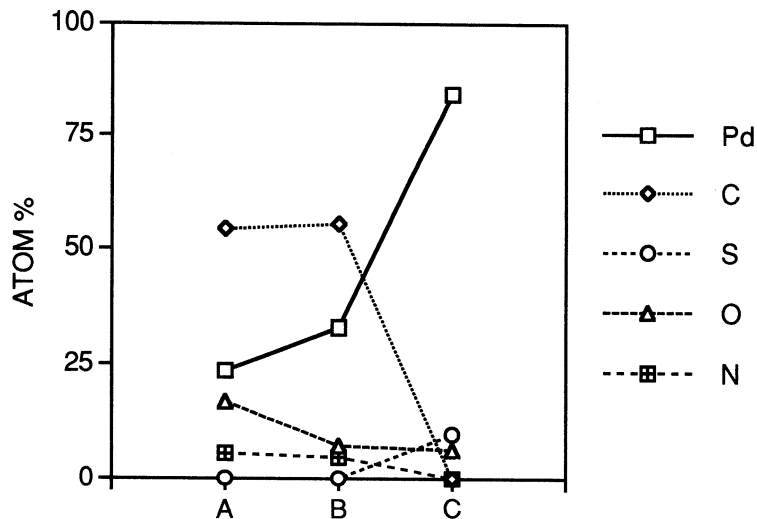


図7 表面処理したPd線の表面組成
 大気中で加熱し酸化膜処理をした後に真空槽に設置
 A. 常温で測定
 B. 水素ガス導入後常温で測定
 C. 水素雰囲気中で約400℃で1hour 加熱後測定

5.3 イオン電流測定

きわめて初期的なデータではあるがイオン電流を測定することに成功したのでその結果を報告する。

前処理としてイオン放射電流の測定をはじめる前に、窒素を導入管内に入れ、700℃でフラッシングを行ない、F-N plot 法により Emitter の先端半径の評価を行なった⁸⁾。そして電圧を一度10kV まで印加し電極間にリーク電流がないことを確認した。

実験は、水素導入管に1.5気圧の水素を送り込み、およそ24時間後に室温、100℃、300℃、500℃、700℃の5つの温度について印加電圧を変化させた。水素導入管内の圧力を1.5気圧としたのは、絶縁管の内部に高圧が加わるのは好ましくないためである。水素を透過させた Emitter に電界を生じさせたときのイオン電流の電圧依存性を図8に示す。F-N plot による評価では Emitter の先端半径は0.15 μm であった。

電圧とともにイオン電流が増加する結果が得られた。しかし、室温から500℃と700℃では、電圧と電流を常用対数で取ると傾きが異なった2つのグループに分けられ、違った性質の電流が流れていると考えられる。700℃では Emitter がうっすらと発光していたので Emitter 自身からのア

ルカリイオンの放出があり、そのため違った性質の電流が流れていると考えられる。したがってこのイオン源の動作温度は700℃以下であると考ええる。

今回の測定では700℃の時を除いて、温度上昇によるイオン電流の変化をほとんど観測することができなかった。これは、温度上昇によって水素の透過量が増し水素の供給量は増加するが、Emitter 先端のイオン化領域への供給がなされていないと考えられる。

また、本実験では装置の耐圧が10kV 程度であるため、これ以上電界を Emitter に加えることができなかったが、電界電離によるイオン化を考えると、水素の理論的な最適電離電界 $2.0 \times 10^{10} \text{V/m}^9$ を満たしていない。500℃において9 kV 前後において傾きが急勾配となっているのが確認できた。現在、高電界をかけることが可能な装置を製作中である。現在より高電界を加えたときにイオン化が効率良く起こると考えている。なお、電界電離より低電界でイオン化が起これば、新しいイオン化プロセスを考えることができる。

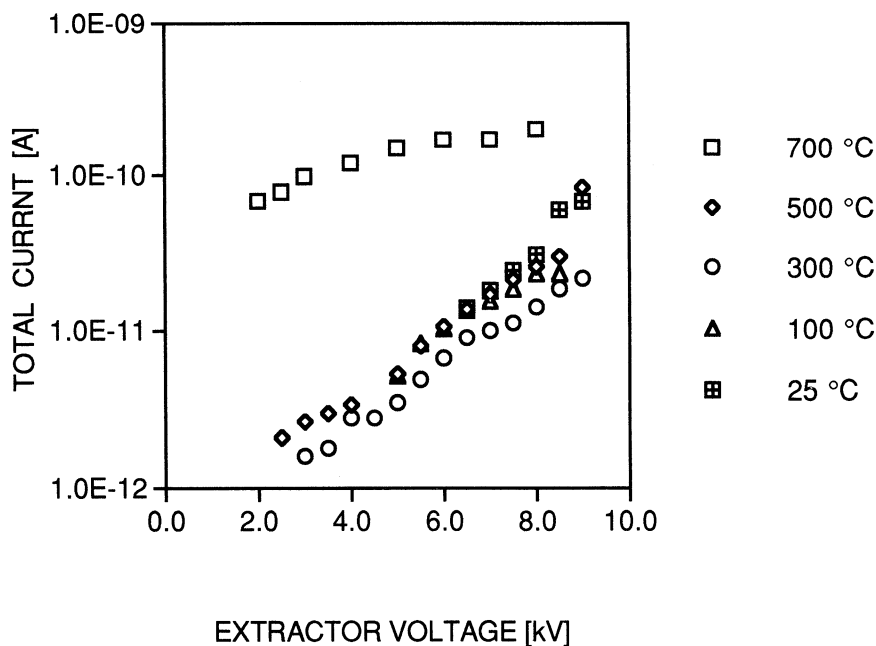


図8 イオン放射電流の電圧依存性

6. まとめ

本研究では、Pd の水素透過性を利用したイオン源の開発を目指し、その水素透過特性を測定した。さらに、イオン放射電流を測定することに成功した。本実験で明らかになった事項を列挙すると以下ようになる。

1. 水素が針状に加工した Pd の Emitter を透過することが確認された。
2. このイオン源の動作温度は300℃以上700℃以下が最適である。
Emitter 形状の Pd では、100～200℃の間で β 相から α 相への相転移が起こることが確認された。
これによりイオン源の動作温度は300℃以上である。また、700℃以上で加熱した場合、Emitter から K^+ , Na^+ 溶融イオンの放出があるため加熱温度の上限は700℃以下である。
3. イオン源として、水素の透過量は十分である。
4. イオン源として考えた場合、酸化膜による Emitter の表面処理は有効な手段である。
5. 水素を透過させた Pd の Emitter に、電界を加えるとイオン電流が確認された。

実際のイオン源としての最適条件を決めてゆくには、まだ解決すべき問題が数多く残されており、特に電界領域に水素を優先的に供給する方法の確立は重要な問題である。しかし、提案しているイオン源には十分な水素の透過量があり、イオン放射電流が測定できたことは実用のイオン源としての可能性に期待が持てる。さらに今後の詳細な実験を進めていく必要がある。

参 考 文 献

- 1) 寺岡 努, 中根英章, 安達 洋: 真空 35 (10), 823 (1992)
- 2) Y.Sekiya, T.Teraoka, H.Adachi, H.Nakane: Proceedings of the Second Workshop on Beam Engineering of Advanced Material Syntheses 31 (1991)
- 3) E.W.Müller and T.T.Tsong: Field Ion Microscopy, American Elsevier Publishing Company, inc, 119 (1969)
- 4) Gunter Petzow 著, 松村源太郎: 金属エッチング技術 44 (アグネ:1977)
- 5) J.B.Hunter: A new hydrogen purification process, Platinum Metals Review, 4(4) pp130-131 (1960)
- 6) グラチオーノク: 金属内の水素 213 (日ソ通信社)
- 7) P.A.Redhead J.P.Hobson and E.V. Kornelsen 著, 富永五郎, 辻泰 訳: 超高真空の物理 101 (岩波書店:1977)
- 8) 石塚和彦: 固体表面の触媒作用 II 15 (共立出版:1983)
- 9) E.W.Müller and T.T.Tsong: Field Ion Microscopy, American Elsevier Publishing Company, inc, 12 (1969)

凍土用リアルタイム処理物理探査機器の開発研究

河内 邦夫, 武藤 章, 後藤 典俊, 高見 雅三, 和気 徹

Development of Real-Time Geophysical Prospecting Equipment for the Frozen Ground

Kunio KAWAUCHI ^{*1}, Akira MUTO ^{*1}, Noritoshi GOTO ^{*1}
Masazou TAKAMI ^{*2}, Toru WAKE ^{*2}

Abstract

We tried to use four geophysical prospecting methods (electrical resistivity prospecting method, radar prospecting method, microtremore and elastic wave exploration) for measurements of frozen soils. The result of the survey was that we picked out the electrical resistivity prospecting method better than the other one. Electrical resistivity of frozen soils is inverse proportion to deteriorate of those temperature.

1. はじめに

凍土について、木下誠一著『凍土の物理学』¹⁾の永久凍土の定義の項に次の様に書かれている。「冬に気温が0℃以下になると、土は地面から凍り始める。北海道の寒い所、帯広や北見地方では、だいたい11月末から12月初めに凍り始め、3月にはほぼ1 m近くも凍る。しかし、3月末になって気温が0℃以上になると、土は地面から解け始める。6月になってやっと全部の土が融ける。シベリアやアラスカ・カナダ北部のような非常に寒い所では、いったん凍った土が夏に地面から融けていっても、…すっかり融けきらないうちに、次の冬がやって来る。そして、再び地面から凍り始める。…融けたり凍ったりするのは、表層部の活動層と呼ばれる所だけで、その下には永久に融けることのない土、つまり永久凍土がある。」永久凍土に対して夏季には消滅する凍土を、季節的凍土（以下、これを単に凍土と呼ぶ）という。

寒冷地域では凍結や凍上による被害が、色々な産業に影響を与え、²⁾³⁾、防災面や農業面においては、凍土層の把握が重要である。平成5年1月15日に発生した釧路沖地震では、地表部の凍結（凍土層）が、被害を小さくしたと言われているが、実際にどの程度凍結していたかは定かではなく、今後の研究が待たれる。また、近年各方面で取り上げられている地球温暖化の問題では、

^{*1} 室蘭工業大学工学部 050 室蘭市水元町27番1号

^{*2} 北海道立地下資源調査所 060 札幌市北区北19条西12丁目

シベリアの永久凍土が温暖化の影響で融け、その内部に閉じ込められていたメタンガスが大気中に放出され温暖化を助長するとの報告⁴⁾もあり、シベリアなどの永久凍土の分布や状態の把握も重要になって来ている。

筆者らは、工学的観点から広域にわたって凍土層の深度等を簡便な方法で探査できる物理探査法を選定し、その探査法を寒冷環境下で迅速に行える機器システムを開発する目的で研究を始めた。この報告は、平成2年度から平成4年度に北海道立地下資源調査所と室蘭工業大学の間で行われた表記の題目の共同研究のうち主に帯広畜産大学実験圃場での計測結果をまとめたものである。なお、北海道立地下資源調査所からは3ヵ年にわたり共同研究費（B区分）を頂いた。記して感謝申し上げる。

2. 研究の概要

凍土層の厚さを知るには、メチレンブルーを用いた凍結深計を予め埋設する方法が最も一般的である⁵⁾が、数m以深の凍土を知るには構造的に向かない。数m程度の様子を知る方法には、ボーリングによるコアサンプリングがあり専用の凍土掘削機も試作されている⁵⁾。しかし、どちらも広範囲な分布を短時間に知る目的には向かない。

本研究では、非破壊で凍土を探査する方法として物理探査を用いることにした。物理探査は、物理的性質（抵抗・密度・磁化率など）の相違に着目して、地下の構造や状態を推測する方法である。これには、比抵抗の相違に着目した電気探査（比抵抗法・自然電位法・地磁気地電流法など）、密度の相違に着目した地震探査（弾性波探査）、微動探査、音波探査、重力探査など、磁気異常に着目した磁力探査などがある。本研究ではこの内、電気探査・地下レーダ・微動探査・地震探査（弾性波探査）の4つを夏季と冬季にそれぞれ実施した。

平成2年度に実施した4つの物理探査の結果、本研究には、電気探査が適していることが判明した⁶⁾⁷⁾。平成3年度は、各種電気探査法を実施した結果、寒気という悪条件下での測定、探査効率及び精度等の面から、2極法が有効であることが解った⁸⁾⁹⁾。また、地表付近に凍土が形成されると、電極の接地抵抗が著しく高くなり、測定機器の入力インピーダンスの問題が発生しその点の研究も行った⁸⁾⁹⁾。しかし、冬季の測定が可能になり、比抵抗値が計測されると、今度は $\rho-a$ 曲線上で45度以上の傾斜を示し、従来のカーブマッチング法やリニアフィルタ法¹⁰⁾¹¹⁾などの1次元解析はそのまでは適用できず⁶⁾、新たな簡易解析法を試作した¹²⁾¹³⁾。平成4年度は、凍土用の物理探査機器を試作し、解析ソフト等を作成した¹²⁾。

3. 物理探査の概要

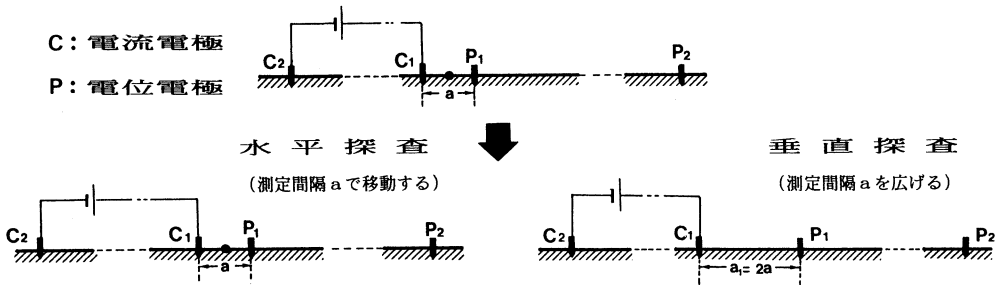
3.1 電気探査

電気探査法には、比抵抗法、誘電分極法、電磁法、地磁気地電流法などがある。本研究で用い

た比抵抗法は、大地に電流を流し、それにより形成される電位から地下の比抵抗分布を解析する方法である。一般に地層の比抵抗は、岩石を構成する鉱物、鉱物粒子間の間隙を満たす水のイオン濃度や温度により異なる。従って、地盤を構成している土、岩石及び鉱物などの電気的性質の差異に着目し、人工的要因によって発生した電位が地表で測定できれば、得られた比抵抗分布から地下構造を推定することができる。

比抵抗法には、電極配置の違いから 2 極法（ポール・ポール法）・3 極法（ポール・ダイポール法）・4 極法（ウェンナ法）・エルトラン電極配置（ダイポール・ダイポール法）・シュランベルジャ法などがある。また、それぞれの方法には、水平的・平面的な比抵抗分布を調べる水平探査法と垂直的な比抵抗変化を調べる垂直探査法がある。本研究で最終的に用いた 2 極法での水平探査・垂直探査の調査概念図を、図－1 に示す。

今回使用した測定システムは、発信器側が横浜電子研究所製 LF-810E 小出力 IP 送信器、受信器側が ONO SOKKI (株) 製フィールド・アナライザ CF-200 で、波形記録は RS-232C を経由してラップトップ型パーソナルコンピュータに記録した。なお、電流は、0.3Hz の交替直流を使用した。



図－1 2 極法の水平探査・垂直探査の調査概念図

3.2 地下レーダ探査

地下レーダは、地表面において、非常に短い時間内に広域バンドパルスの電磁波を放射し、この電磁波が地層境界面において反射して地表に戻ってくる波をとらえ、地下の構造を調べる探査法である¹⁴⁾。ここでは、本研究でも用いた一般的な 2 アンテナ方式（送信アンテナ T と受信アンテナ R を分離した方法）の地下レーダ装置による地下探査について述べる。

測定法には、プロファイル測定とワイドアングル測定とがある。前者は、図－2 に示すように送信アンテナ T と受信アンテナ R の間隔を一定に保ったまま測線上を移動して行う測定方法で、反射面の起伏の変化やその構造を連続的かつ定性的に把握することができる。一方、後者は、図－3 に示すように送信アンテナ T を 1 点に固定し、受信アンテナ R を移動して行う方法で、観測された地盤中を伝播する電磁波の走時から、地盤内の電磁波伝播速度の分布がもとめられる。

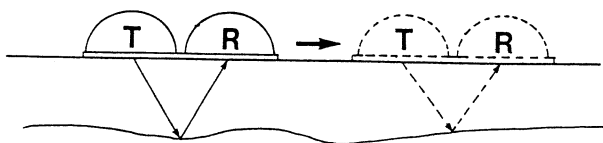


図-2 プロファイル測定の方法

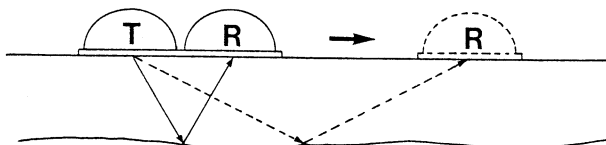


図-3 ワイドアングル測定の方法

この測定で得られた受信波形には、図-4に示すように主として空中直接波 (a), 地中直接波 (d), 地中反射波 ($r_1, r_2 \dots$) の位相がみられる。この測定から得られる反射波の走時から地中伝播速度 V ($V_1, V_2 \dots$) 及び反射面の深さ ($b_1, b_2 \dots$) が求められる。

土が凍結すると誘電率が変わり電磁波伝播速度が速くなると考えられ¹⁵⁾, 凍土が出現した場合の電磁波伝播速度の変化を計測し, 凍土・未凍土の境界での反射波を捉える試みを行った。

測定に使用した地下レーダは, 応用地質(株)製 GEORADAR-1 model-2441 で電磁波パルスの中心周波数250MHz, プローブゲイン12dB, フィルタ LPF80Hz と LPF1600Hz である。

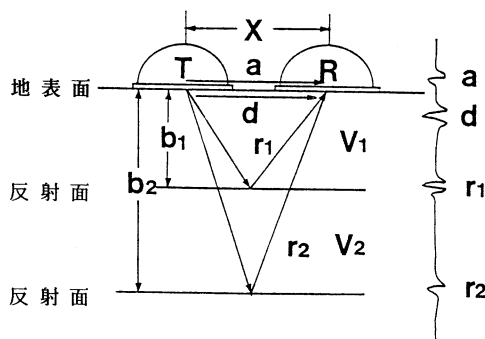


図-4 電磁波の波路と受信波形

3.3 微動探査

私たちが生活している地盤は, 絶えず微小な振幅で振動しており, その揺れ方は地盤構成の違いなどで異なる。このような微小な振動の誘因は, 交通機関や工場などの操業による常時発生している人工的な振動と火山活動や気象 (風, 波浪) など自然発生する振動に大別される。

工学的には, 測定周波数領域の違いにより0.1~1秒程度の微動を短周期微動, 1~10秒程度の微動をやや長周期微動と呼び, それぞれ, その利用が図られてきた。しかし, 地下構造解析に対する利用に関しては, いくつかの方法が提案されている¹⁶⁾¹⁷⁾が簡便で工学的に有効な方法はまだ確立されていない。

一般に, 常時微動測定により求めた地盤の卓越周波数とその地盤のS波速度から1/4波長則¹⁸⁾

を使って、地盤を2層構造として近似的に求める方法がある¹⁶⁾。さらに斉藤徳美ら^{19) 20)}は、その方法を5 m前後のごく浅層の地盤構成解明に適用した。冬季の凍土層も1 m未満の地表付近に出現するのでこの方法の適用を試みた。

使用した測定機器は、換振器が振動技研(株)製水平動 MTDH-1C が2台、上下動 MTDV-1C が1台の固有周期1秒の速度型地震計で増幅器で増幅した信号を一旦データレコーダに記録し、後日 A/D 変換しコンピュータで FFT 法を用いてパワースペクトル解析した。

3.4 地震探査

この探査は、弾性波探査とも呼ばれ、ハンマや火薬類などで人工的に振源を発生させ、その震源から伝わってくる弾性波を感度の高い地震計(受信機)で検出し、その波の伝わり方の差異から地下構造を推定する方法である。この探査には、屈折法と反射法があり、用いる波には P 波と S 波がある。

寒冷地では、冬季には、土が凍結し堅固になると、その中を伝わる波の速度は速くなる^{21) 22)}。すなわち、地表付近が凍結すると高速度層が出現する。表層部に高速度層が存在する場合の浅層地震探査法としては、S (SH) 波の反射法探査が有効であると考えられる。浅層反射法の研究には、田治米^{23) 24)}などがあり、菊池ら²⁵⁾は、上層に高速度層(舗装表面上の敷石、地固めやアスファルト、コンクリート等)、下層に低速度層がある場合の浅層 SH 波反射法の実験を行い、この探査法の有効性と限界について述べている。菊池らの対象とした速度構造が、凍土が出現する冬季の速度構造に似ており、この S (SH) 波の反射法探査を用い凍土層の探査法を試みた。

地震探査は、応用地質(株)製 McSEIS-170 の24ch を用い、カケヤで角材を起振し行った。

4. 野外実験地の概要

調査は、3 ヶ年間主に帯広畜産大学実験圃場で行った。その調査位置図を図-5(2)に示す。また、図-5(1)には、凍結深計(●, □, ○, ◎)と地中温度計(▲)の設置地点を示す。他に室蘭工業大学構内(旧開発棟と旧応物棟の間の空き地)と登別市のサト岡志別川流域の火山灰裸地斜面でも比抵抗電気探査法を実施した⁸⁾が、ここでは省略する。

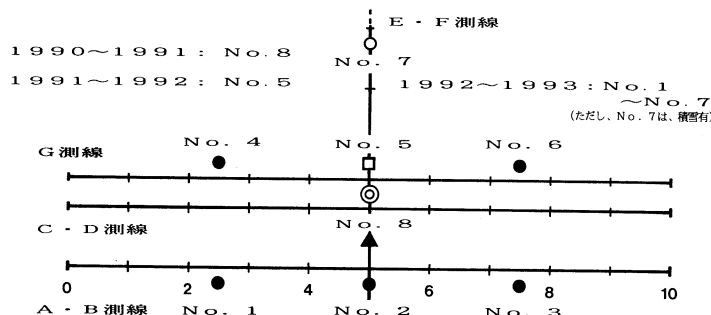


図-5(1) 凍結深計と地中温度計の設置地点

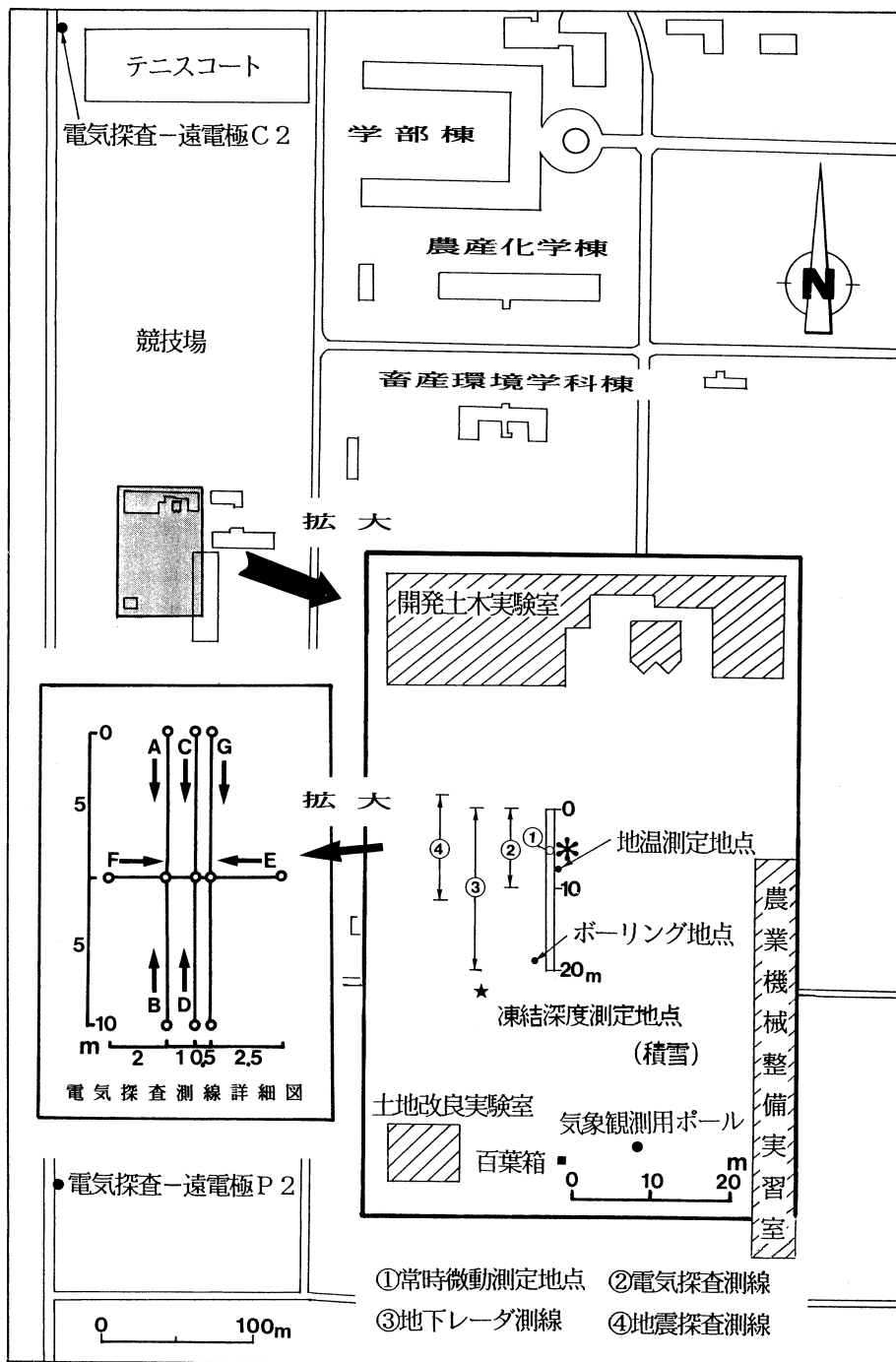


図-5(2) 調査位置図(帯広畜産大学実験圃場)と測線図

5. 調査地の土質と気象観測記録

5.1 調査地の土質

図－5 に示した位置で深度10mの地下水位観測孔用のボーリングを行った。そのボーリングコア試料から判断した土質を表－1 に示す。

地下水位は、深さ4.5m～5.0m程度である。

表－1 調査地の土質

深 度 (m)	色 調	土 質 区 分	記 事
0.00 - 0.40	暗 黄 褐	火山灰質 砂質シルト (表土)	上部に若干の根 の混入有り
0.40 - 1.15	淡 赤 褐	火山灰質 砂質シルト (ローム)	新鮮なものは指 で潰すのに少し 力を要す
1.15 - 1.70	暗 灰 褐	火山灰質 砂質シルト	上層に比べ細砂 の混入有り
1.70 - 4.65	暗 灰	砂レキ	レキ最大径50mm 平均径10～30mm 円レキ：砂は細砂
4.65 - 8.40	暗 灰	砂レキ	レキ最大径100mm 平均径30～50mm 円レキ、細砂混入
8.40 - 10.00	暗 赤 褐	シルト混じ り砂レキ	レキ最大径100mm 平均径10～30mm

5.2 土質試験結果

図－5 (2) の*地点の地表から深さ0.20～0.30mの土を採取し粒度実験 (JIS A 1204) と比重試験 (JIS A 1202) 及び含水比試験を行った。採取した土は、表－1 から判断すると第1層 (表土) の下部から第2層 (ローム) の上部に相当する。粒度組成は、シルト・粘土分が全体の約25%で、砂分が全体の約75%その内の約 $\frac{2}{3}$ が細砂分 (0.42～0.074mm) である。また、最大粒径は2.00mm、均等係数は約8の砂である。比重 (Gs) は、2.608であった。なお、この土の重量 (自然) 含水比は、この土を採取した1990年11月8日の状態で約64%であった。

5.3 調査地の日平均気温・積雪・日照時間・日射量

付表に1990年11月16日～1991年5月15日、1991年11月16日～1992年5月15日、1992年11月16日～1993年5月15日の調査地の日平均気温・積雪・日照時間 (hr) ・日射量 (Ly) を示す。これらの気象観測データは、帯広畜産大学の土谷富士助教授より提供して頂いた実験圃場 (調査地) の気象月表をまとめたものである。また、凍結深度と地中温度も一部まとめて示す。

6. 調査結果

6.1 電気探査

2極法による電気探査の結果を、図－6～図－29に示す。測定測線及び測線長は図中に記号で示した。例えばA10は、図－5 (2) のA測線方向で測線長10m (0～10m) を測定したことを示す。末尾の+は変形した計測をしたことを示す。

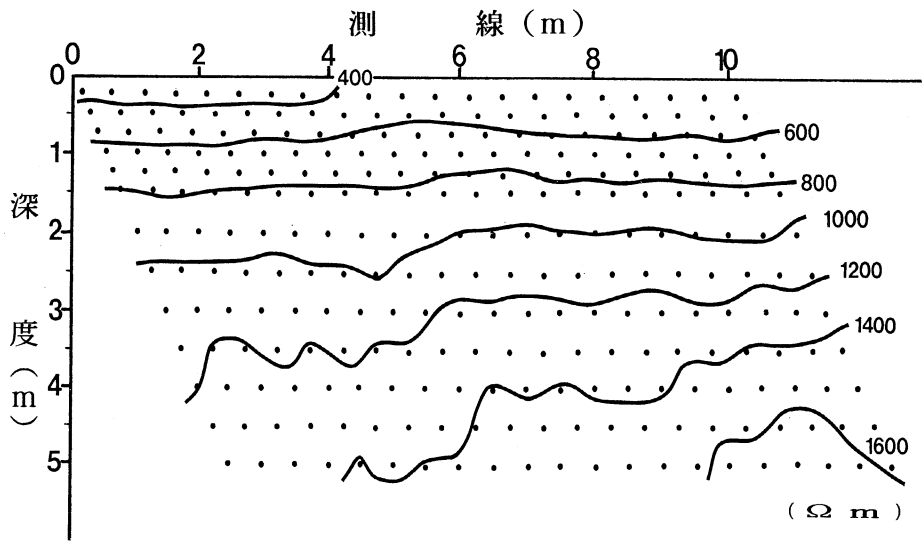


図-6 見掛比抵抗分布図【1990/8/8~8/10】 測線 A10

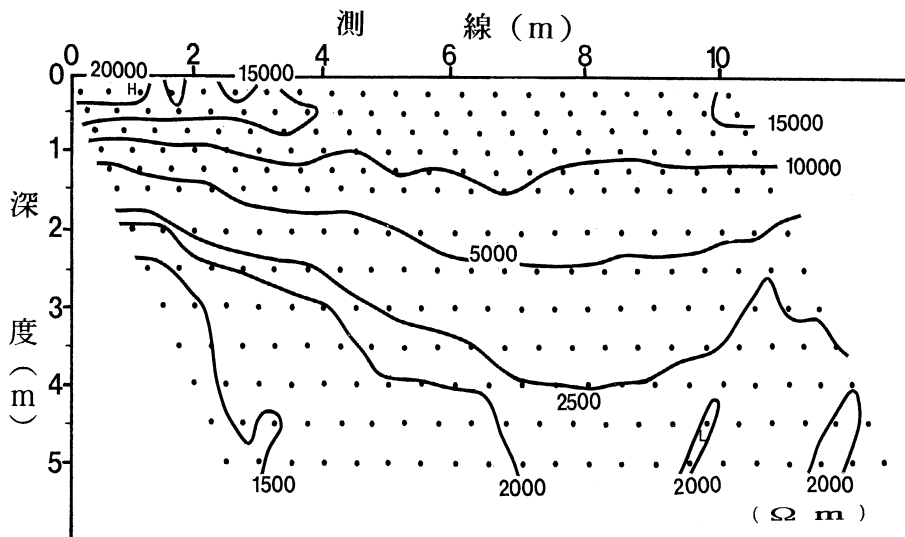


図-7 見掛比抵抗分布図【1991/1/11】 測線 A10

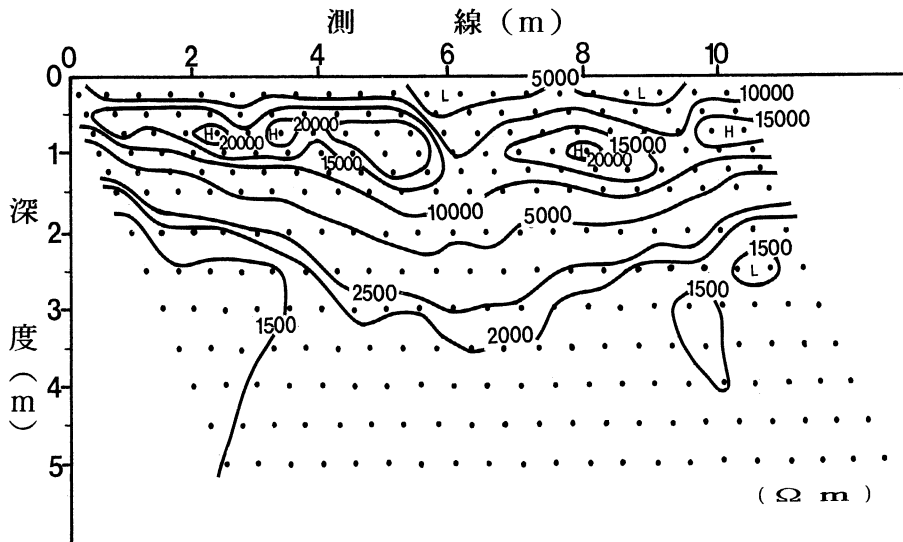


図-8 見掛け抵抗分布図【1991/2/27】(10:00~17:00) 測線 A10

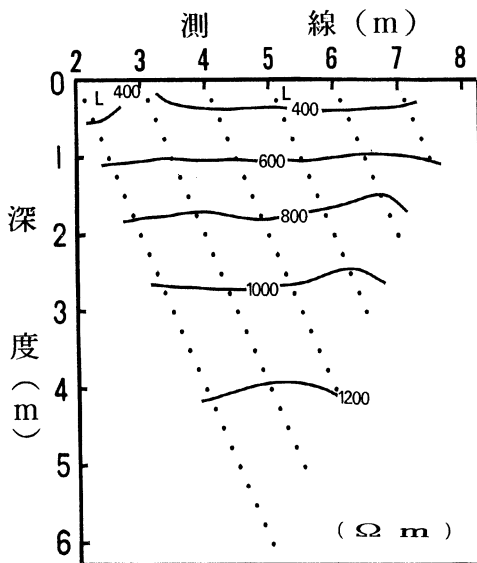


図-9 見掛け抵抗分布図【1991/9/25】 測線 C06

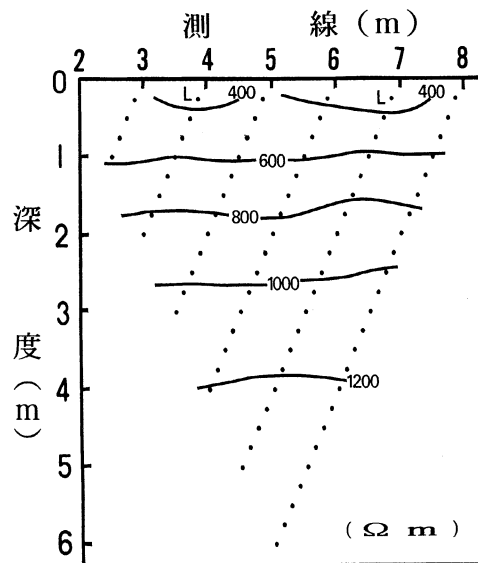
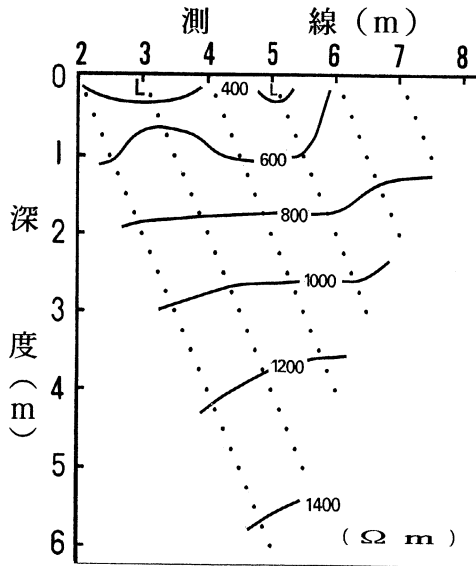
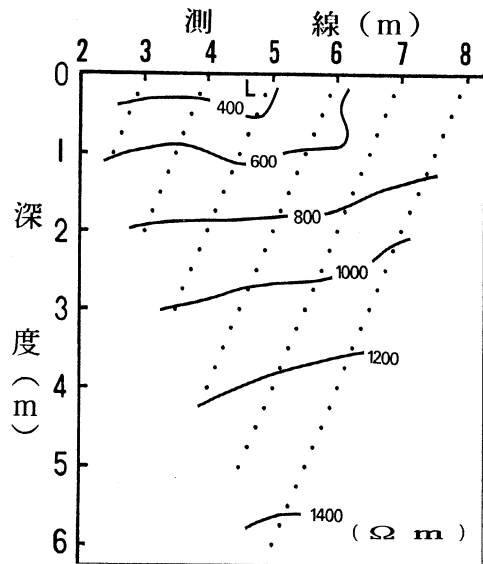


図-10 見掛け抵抗分布図【1991/9/26】 測線 D06



測線 E06
図-11 見掛比抵抗分布図 【1991/9/26】



測線 F06
図-12 見掛比抵抗分布図 【1991/9/26】

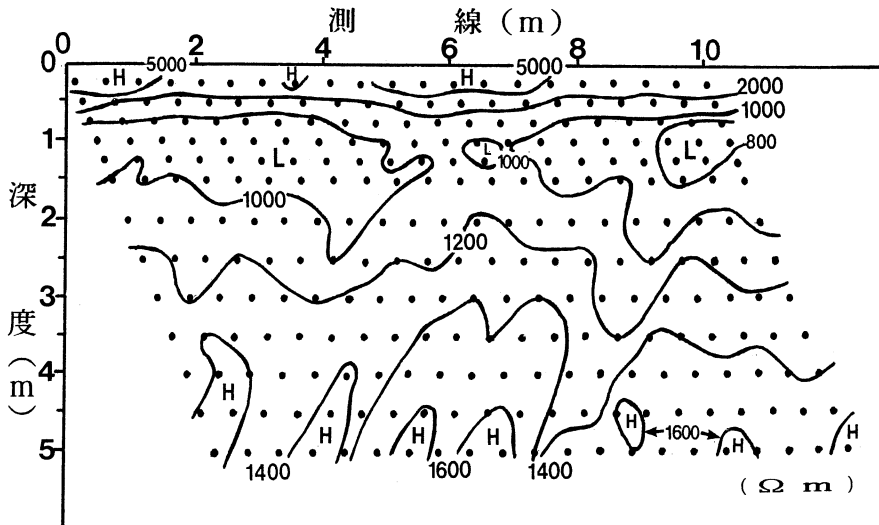
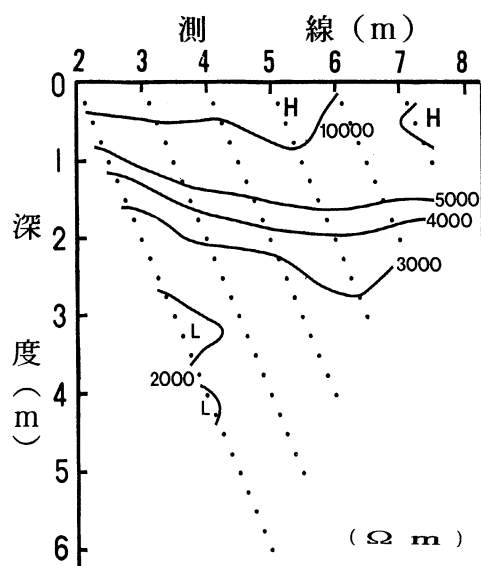
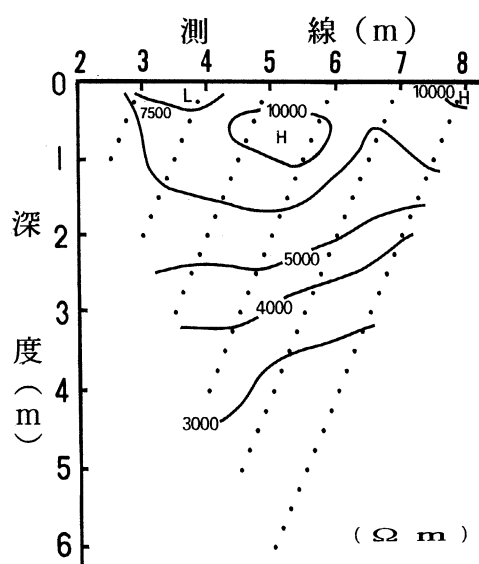


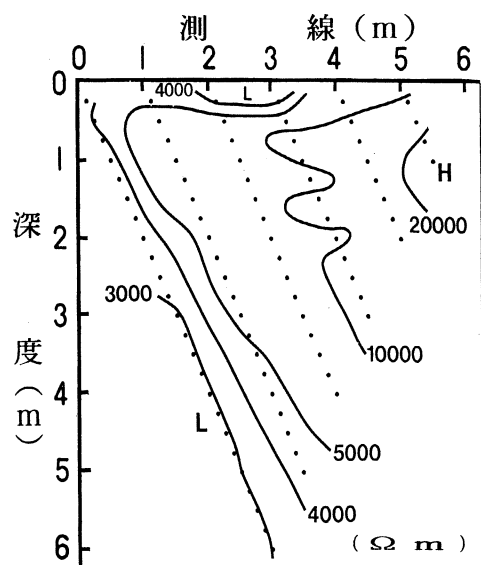
図-13 見掛比抵抗分布図 【1991/12/13】 (10:00~16:00) 測線 A10



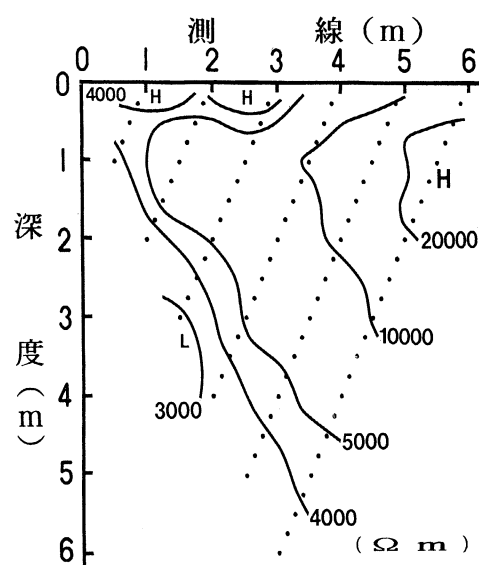
【1992/2/26】(9:25~10:41) 測線 C06
図-14 見掛け抵抗分布図



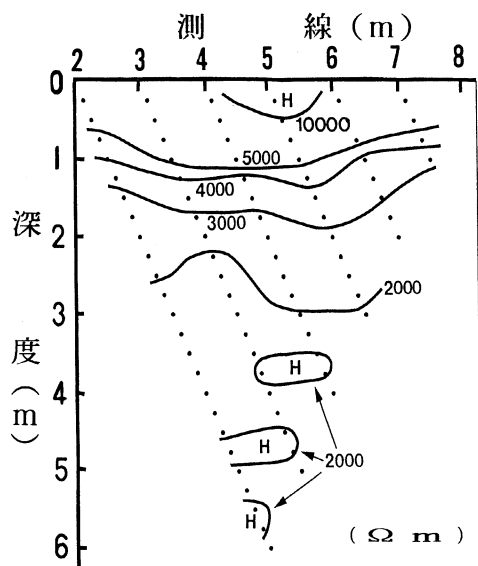
【1992/2/26】(10:53~12:05) 測線 D06
図-15 見掛け抵抗分布図



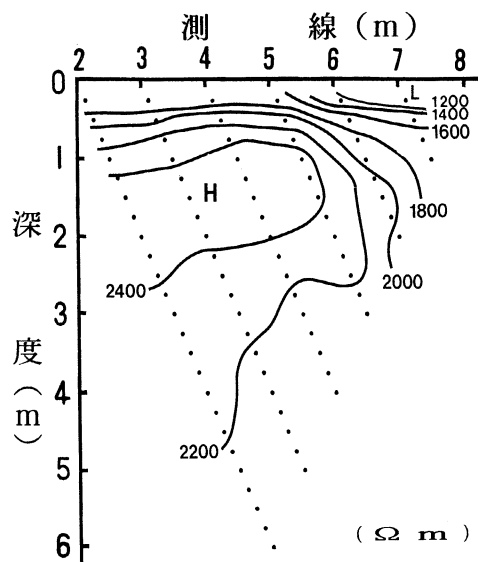
【1992/2/26】(13:03~14:13) 測線 E06
図-16 見掛け抵抗分布図



【1992/2/26】(14:17~15:15) 測線 F06
図-17 見掛け抵抗分布図



【1992/2/29】(8:53~9:57) 測線 C06
図-18 見掛け抵抗分布図



【1992/3/27】(10:05~13:26) 測線 C06
図-19 見掛け抵抗分布図

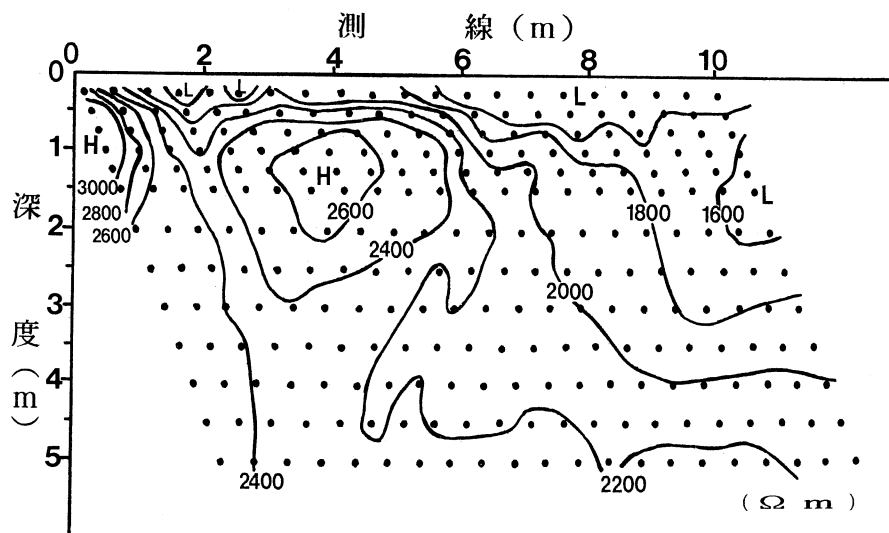
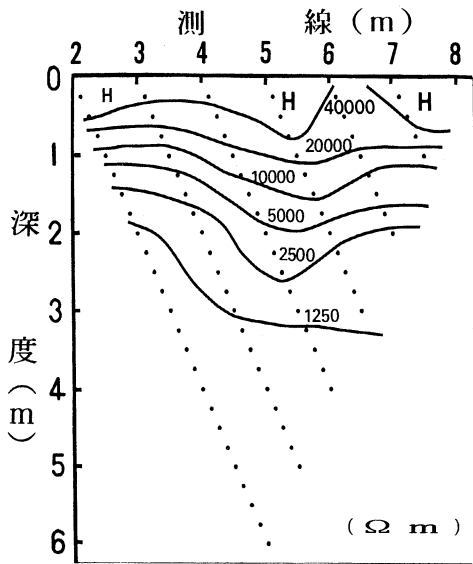
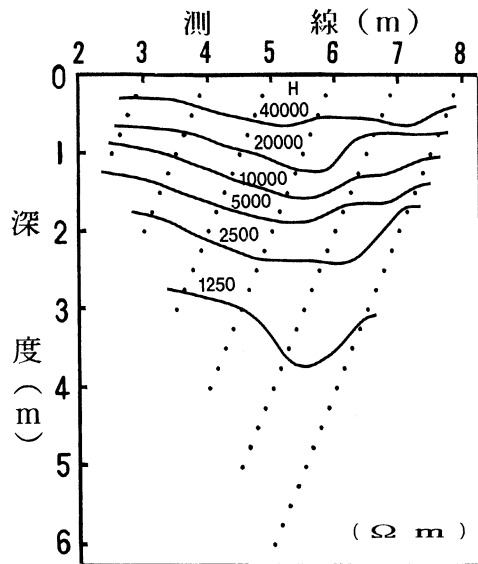


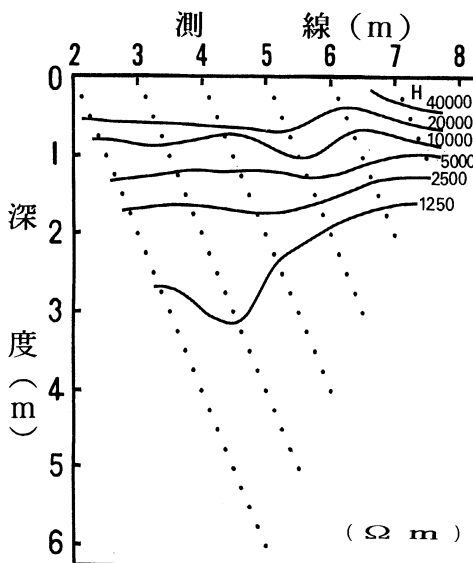
図-20 見掛け抵抗分布図 【1992/3/26】(11:10~15:47) 測線 C10



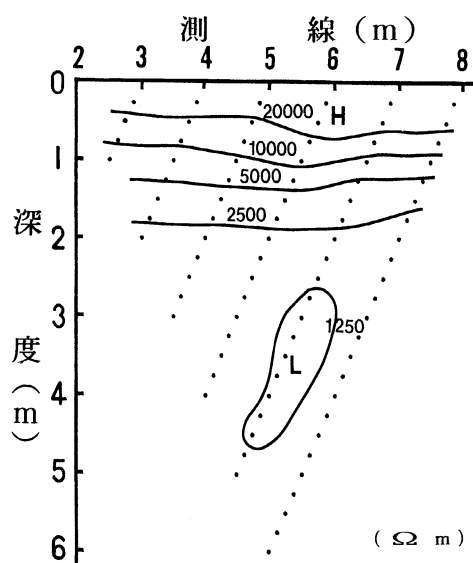
【1993/1/22】(10:10~14:11) 測線 A06
図-21 見掛け抵抗分布図



【1993/1/22】(14:25~15:56) 測線 B06
図-22 見掛け抵抗分布図



【1993/1/22~23】測線 C06
(16:15~17:01; 11:30~12:07)
図-23 見掛け抵抗分布図



【1993/1/21】(13:30~16:03) 測線 D06
図-24 見掛け抵抗分布図

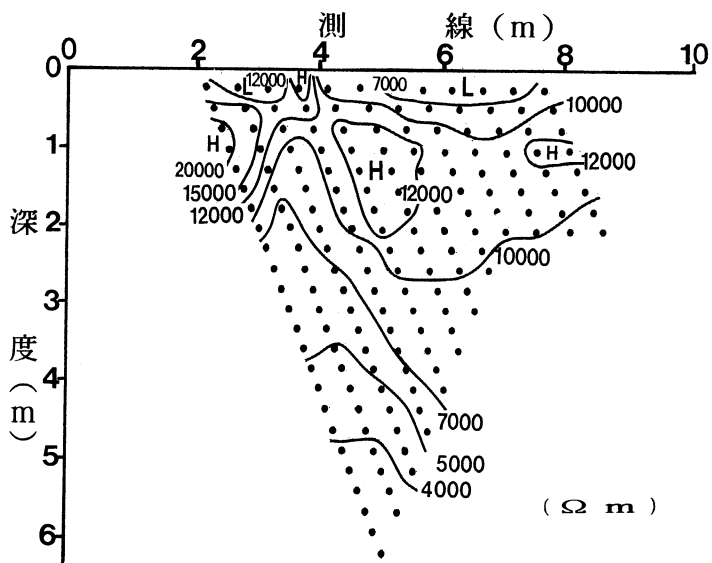


図-25 見掛比抵抗分布図【1993/3/2】(11:15~15:20) 測線 A06+

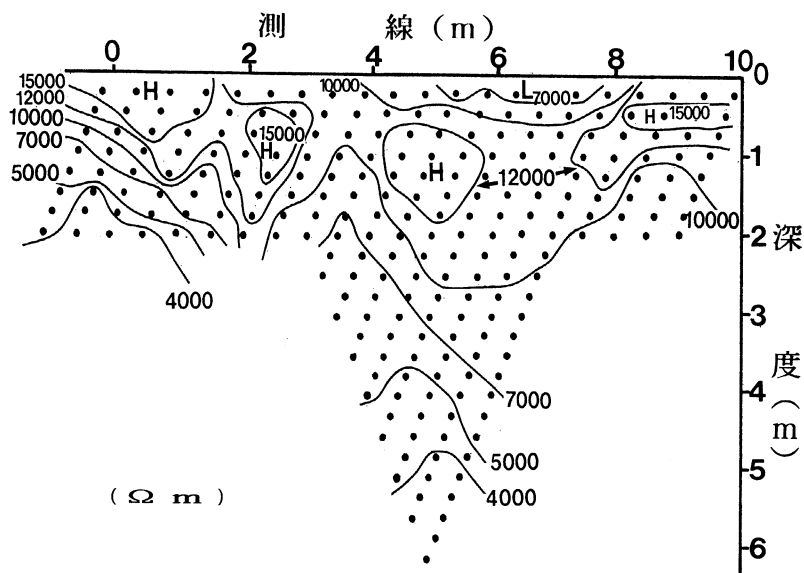


図-26 見掛比抵抗分布図【1993/3/3】(15:24~19:02) 測線 B10+

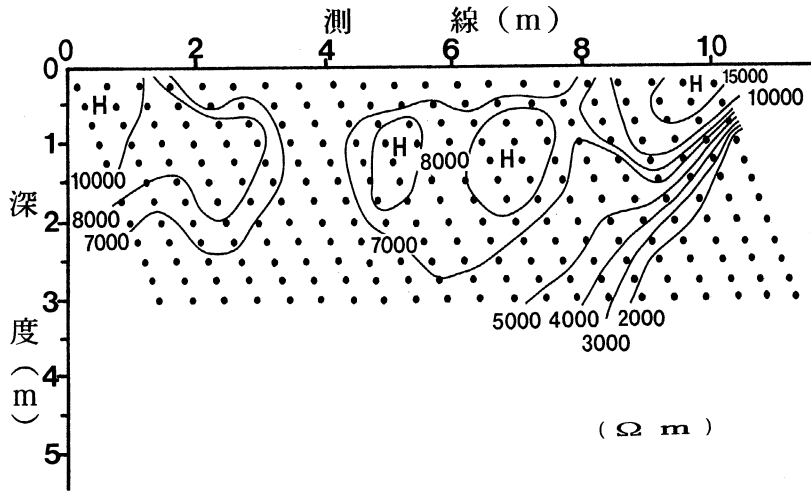
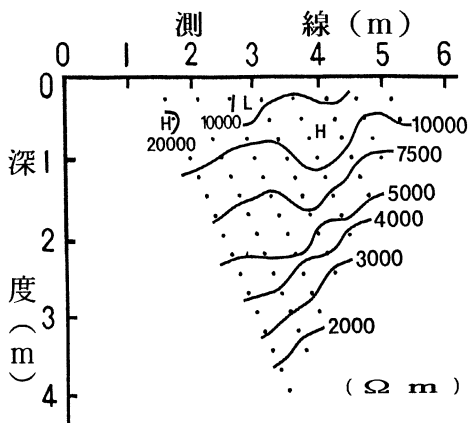
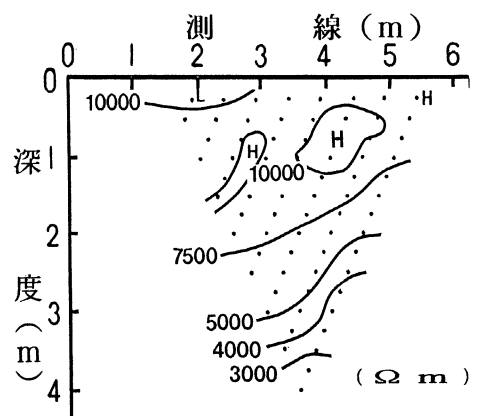


図-27 見掛け抵抗分布図【1993/3/5】(12:22~15:10) 測線 G10+



【1993/3/3】(9:23~10:25) 測線 E04+
図-28 見掛け抵抗分布図



【1993/3/3】(10:25~11:30) 測線 F04+
図-29 見掛け抵抗分布図

6.2 地下レーダ

図-30, 図-31にそれぞれ夏季1990年8月9日と冬季1991年1月8日のプロファイル測定の結果を示す。測定は, 図-5(2)の③の区間で行ったが, ここでは, 0~10mの記録を示す。なお, 測定レンジは100nsec, アンテナ間隔は0.55mである。図-32, 図-33にそれぞれ夏季1990年8月9日と冬季1991年1月8日のワイドアングル測定の結果を示す。測定は, 図-5(2)の③区間の10~8mと18~16mで行ったが, ここでは, 10~8mの記録を示す。

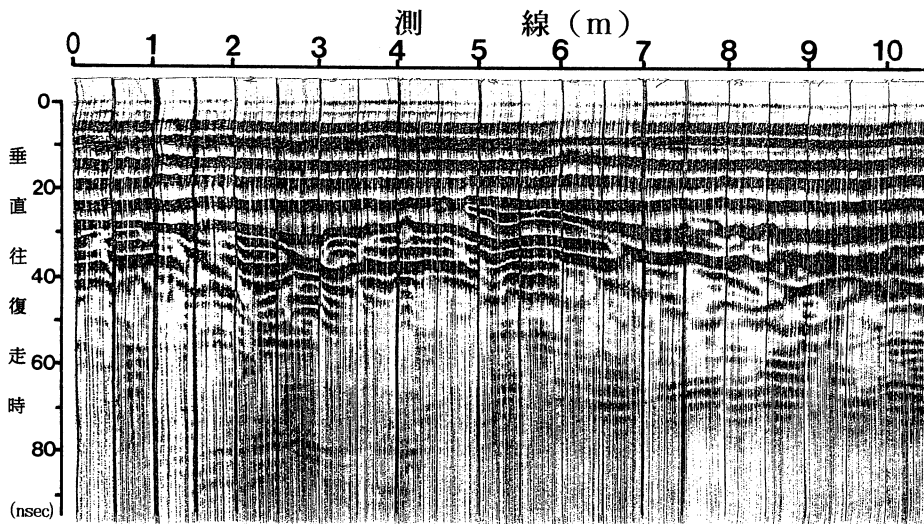


図-30 プロファイル測定記録 (1990/8/9)

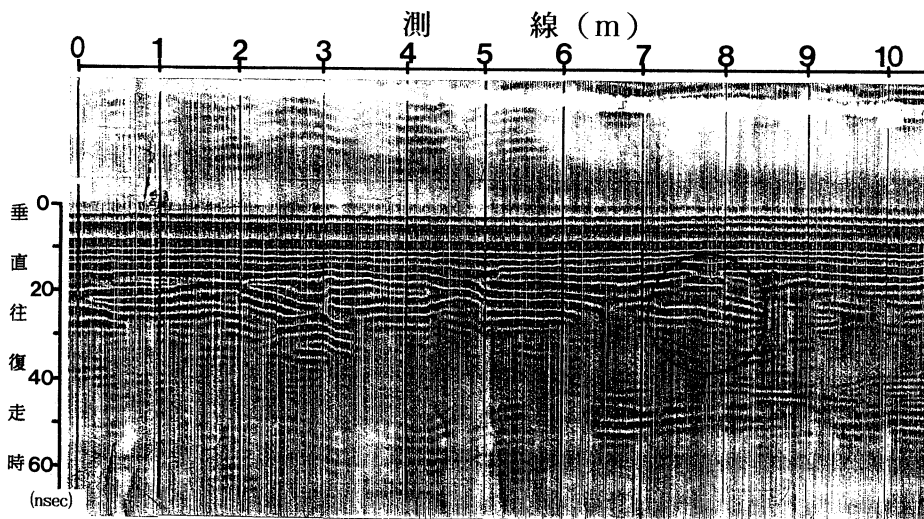


図-31 プロファイル測定記録 (1991/1/8)

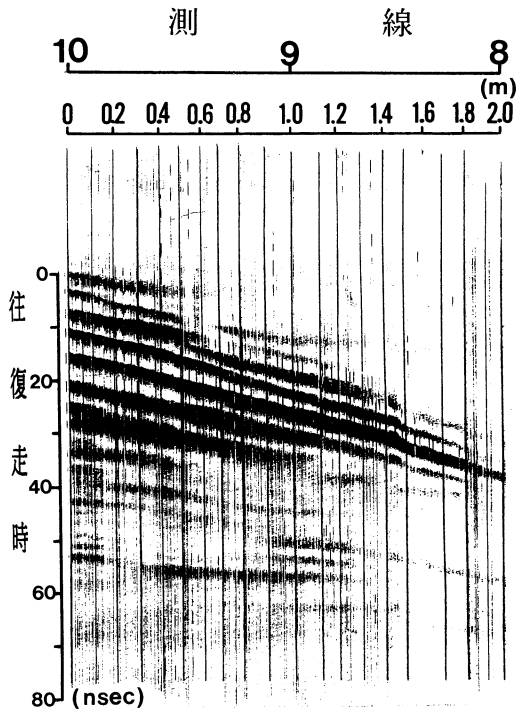


図-32 ワイドアングル測定記録 (1990/8/9)

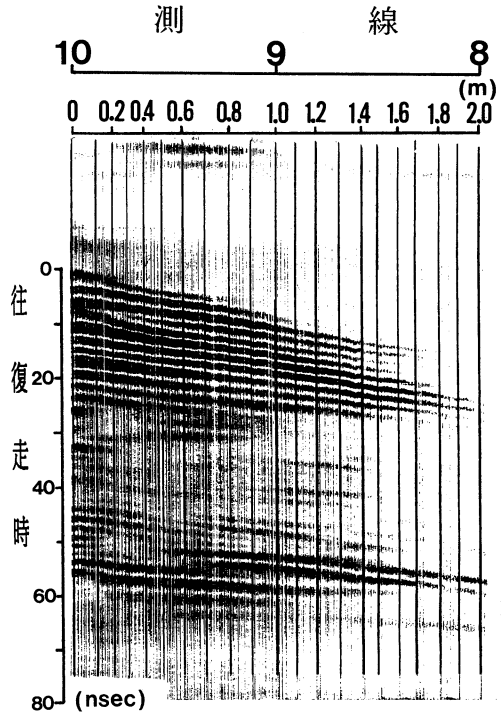
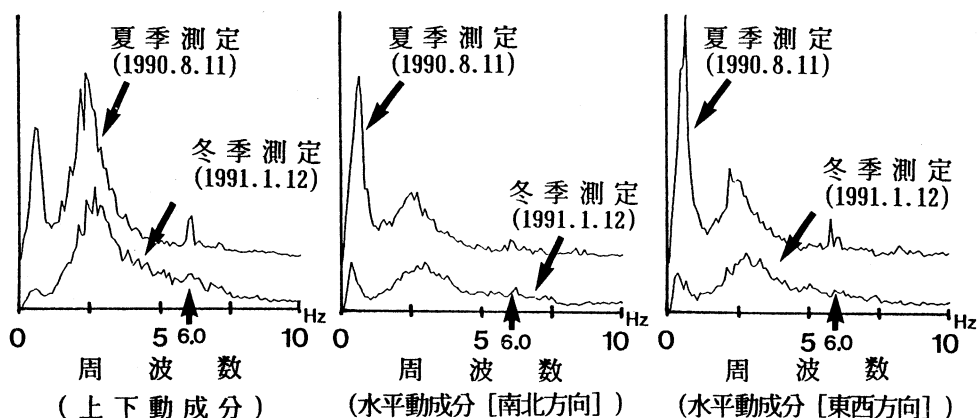


図-33 ワイドアングル測定記録 (1991/1/8)

6.3 微動探査

測定は、図－5（2）の①の地点で夏季1990年8月11日と冬季1991年1月12日の昼間行った。換振器は、上下動・水平動〔南北方向〕・水平動〔東西方向〕の3台同時に設置し、測定時間は、約20分だった。図－34に、夏季・冬季の卓越周期分布図を示す。



図－34 夏季・冬季の卓越周期分布図

6.4 地震探査

測定は、夏季1990年8月9日と冬季1991年2月26日行った。夏季は屈折法（S波：地震計間隔0.5m）、冬季は反射法（SH波：地震計間隔0.25m）を行った。夏季は、波形の記録が取れたが、冬季は、反射波が記録できなかった。ここでは、記録波形は、省略する。

7. 考 察

平成2年度の測定（図－6～図－8参照）によって電気探査が凍土を捕えるのに有効な方法であることが判明した⁶⁾⁷⁾ので、平成3年度からは、電気探査に絞った調査研究を行った。したがって、以下の考察も電気探査が他の3方法に比べ3ヶ年間の結果をふまえたものになった。

7.1 電気探査

7.1.1 垂直解析の問題点と $\rho-a$ 曲線のタイプ分け

結果に示した水平探査データ（見掛け抵抗値）を垂直探査データに変換し²⁶⁾、その結果から垂直解析を行った。凍土層を定量的に解析するために、水平多層を仮定したリニアフィルタ法¹¹⁾による1次元解析を行った結果の例を図－35に示す⁶⁾⁷⁾。なお、解析解を一義的に求めることは困難であるため、最も実測値との誤差が小さくなるように構造パラメータ（比抵抗値・層厚）を決めた。しかし、この解析法では、1991年2月の解析が出来なかった。これは、表層部の比抵抗変化が大きく $\rho-a$ 曲線上で45度以上の傾斜を示すと、従来のカーブマッチング法やこの方法で

は1次元解析ができないことが解った。この他2・3次元解析法²⁸⁾²⁹⁾として有限要素法 (FEM法) が考えられたが、 $\rho - a$ 曲線上で45度以上の傾斜を示す場合は適用出来なかった。

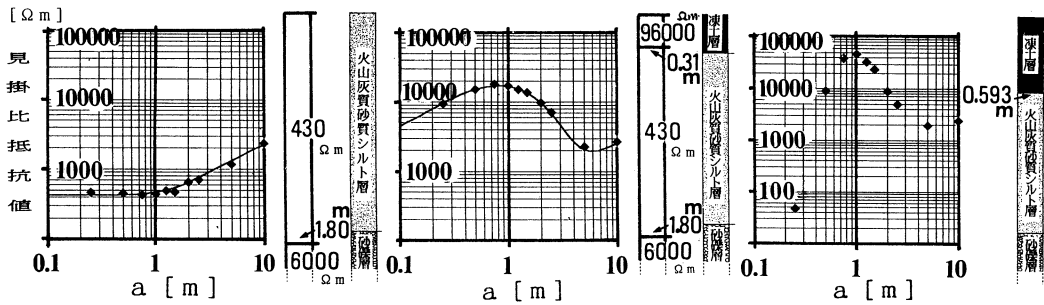


図-35 測線No.1の5m地点での解析結果 (図中の単位のない数値の単位は Ωm)

そこで計測された $\rho - a$ 曲線の形状が凍土層・未凍土層・融解層の垂直的な組み合わせによると仮定した場合、その比抵抗値を表層から ρ_1 , ρ_2 , ρ_3 とおけば、図-36に示すようにいわゆるKタイプ ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$), Qタイプ ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$), Hタイプ ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$), Aタイプ ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$) の4タイプに分類できる³⁰⁾³¹⁾³²⁾。

タイプ	K	Q	H	A
	$\rho_1 < \rho_2 > \rho_3$	$\rho_1 > \rho_2 > \rho_3$	$\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$	$\rho_1 < \rho_2 < \rho_3$
形状				

図-36 $\rho - a$ 曲線の形状によるタイプ分け

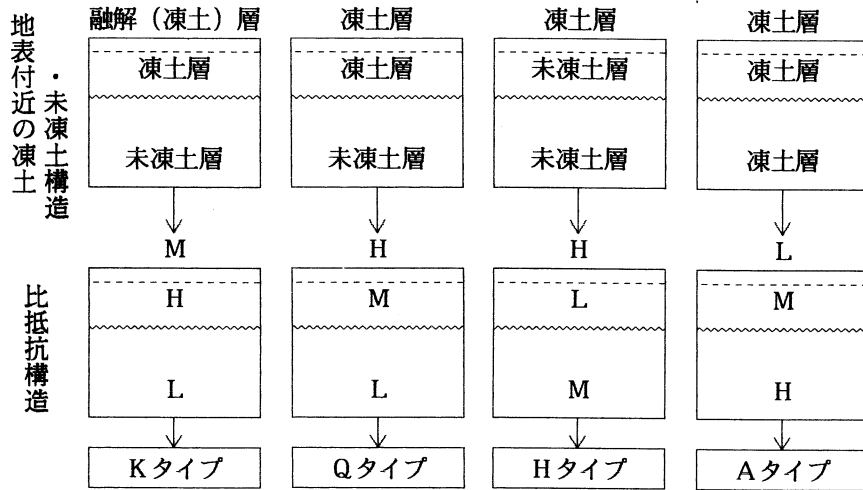
0℃を境に温度が低下すれば比抵抗値は高くなる⁸⁾⁹⁾³³⁾ので、融解層は、地中に分布する凍土層の温度よりも高く、凍土層より低い比抵抗値を示し、未凍土層の比抵抗値は0℃以上を示すので、凍土層より低い比抵抗値を示す。以上のことを概念的に示すと、図-37になる。

なお、これまでの帯広畜産大学実験農場での測定記録をタイプ分けし、地中温度記録などを加味して整理すると以下のことが言える¹²⁾¹³⁾。

- 地中温度が地表温度よりも低い場合、Kタイプになることが多い。
- 地中温度が地表温度とほぼ同じあるいはそれより高い場合、Qタイプになることが多い。

○電極間隔よりも凍土層の層厚が薄い場合, Hタイプになることが多い。

○Aタイプは, 調査した3ヶ年間では測定されなかった。



(H : 高比抵抗、M : 中比抵抗、L : 低比抵抗)

図-37 凍土・未凍土・融解層と比抵抗構造及びタイプ分けの関係

表-2 解析結果

測定・観測月	'91/ 1	'91/ 2	'91/12	'92/2a	'92/2a	'92/3a	'92/3b	'93/3a	'93/3b
凍結深度(m)	0.364	0.593	0.122	0.669	0.666	0.626	0.626	0.632	0.632
融解深度(m)	-----	-----	-----	-----	-----	0.105	0.110	-----	-----
ピーク位置(m)	0.603	0.867	-----	-----	0.658	1.021	1.087	1.000	0.909
解析深度(m)	0.421	0.569	0.176	0.658	0.688	0.652	0.687	0.641	0.592
形状タイプ	K	K	H	Q	K	K	K	K	K

7.1.2 簡易解析法(曲線形状法)

この解析法は, 凍土の真の比抵抗値を求めるのではなく, 測定された $\rho-a$ 曲線の形状と凍結深計の観測結果の相関関係から補正係数(実験式)を求め, 対象とする凍土層の深度を求める方法である¹²⁾¹³⁾。表-2に代表的な解析結果を示す。この方法が, 調査地以外の土質にも適用できるかは, 今後データを蓄積することによって確かめる必要があるが, 平成3年度までの補正係

数を使って平成4年度の解析を行った結果は表-2示す程度の誤差だった。

7.2 レーダ法

7.2.1 プロファイル測定

図30と図-31の記録波形をコンピュータ処理し測線0～20m区間の結果を図-38に示す。図-38の夏季の結果から、空中直接波(a)、地中直接波(d)、地中反射波(r1)、地中反射波(r2)は、反射時間8nsec付近、16nsec付近、24nsec付近、40～60nsecにそれぞれ認められる。24nsec前後の地中反射波(r1)は、測線全体に一樣に連続している。冬季の結果から、空中直接波(a')、地中直接波(d')、地中反射波(r1')、地中反射波(r2')は、反射時間1.6nsec付近、10nsec付近、18nsec付近、35～60nsecにそれぞれ認められる。夏季と同様18nsec前後の地中反射波(r1')は測線全体に一樣に連続している。

一方、夏季に認められなかった多重反射が測線7～8mにみられ反射時間18～35nsecを示す。この多重反射(図-31の丸印)は、1990年の秋に測線7.6m付近の地中に設置した直径10cm、長さ100cmのVPエンビ管の反射と推測される。このエンビ管は、長さ方向が水平で測線に直角でその上面が地表から50cmになるように設置された。測定日の凍結深が、34.8cmなので凍結・未凍結面での反射があればこの多重反射の反射時間より短い反射時間に夏季には無い地中反射波が存在する。しかし、それに相当する地中反射波を(r1')とすると、夏季の(r1)に対応する反射波が存在しないことになり矛盾する。よって、ここではとりあえず凍土・未凍土での反射波は捕らえられていないと考える。この点に関しては、夏季の地中反射波(r1)及び冬季の地中反射波(r1')が表-1の50cm以浅のどの層に対応するかの問題も含めて今回の調査では、明確にできなかった。今後は、更に凍結深が深い場合にこの点を確認する必要がある。

しかし、地中直接波(d)及び地中反射波(r1)が現れる反射時間は、夏季より冬季の方が短くなっている。これは、土の凍結により表層部の物性が変化し、凍土層の電磁波速度が速くなったと判断される。また、地中反射波(r2)の再現性は季節を問わず良く(図中の破線の下側)、空中直接波を反射時間の原点とした場合、地中反射波(r2)の反射時間がほぼ等しくなることから、土の凍結による物性の変化はこの反射面まで達していないと判断できる。

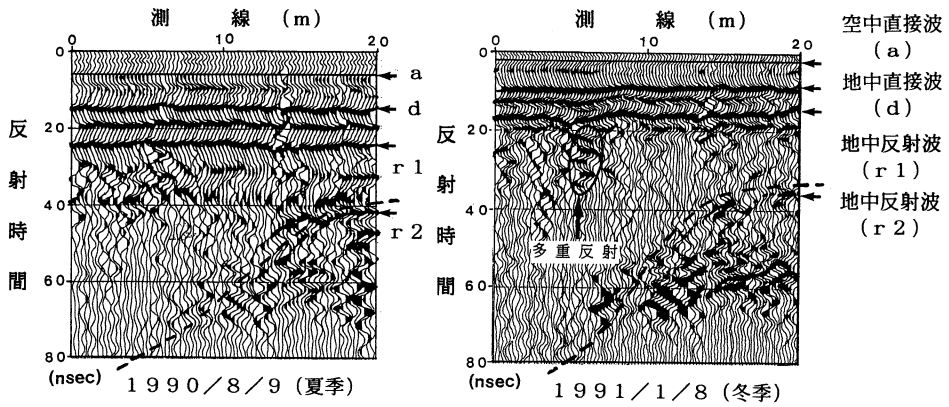


図-38 波形によるプロフィール記録の表示

7.2.2 ワイドアングル測定

図-5(2)の③の10~8mと18~16m地点で行った夏季, 冬季の測定結果から算出した各波形の電磁波伝播速度を表-3に, 走時曲線を図-39, 図-40に示す。

表-3 各波形の電磁波伝播速度

測 定 時 期		1990年 8月			1991年 1月		
測 定 位 置		10m	18m	平均	10m	18m	平均
波 形 の 種 別	地中直接波	7.8	6.4	7.1	10.7	10.9	10.8
	地中反射波(r1)	6.2	6.0	6.1	9.1	10.5	9.8
	地中反射波(r2)	5.8	5.8	5.8	6.5	6.6	6.6

表中の数値の単位: cm/nsec

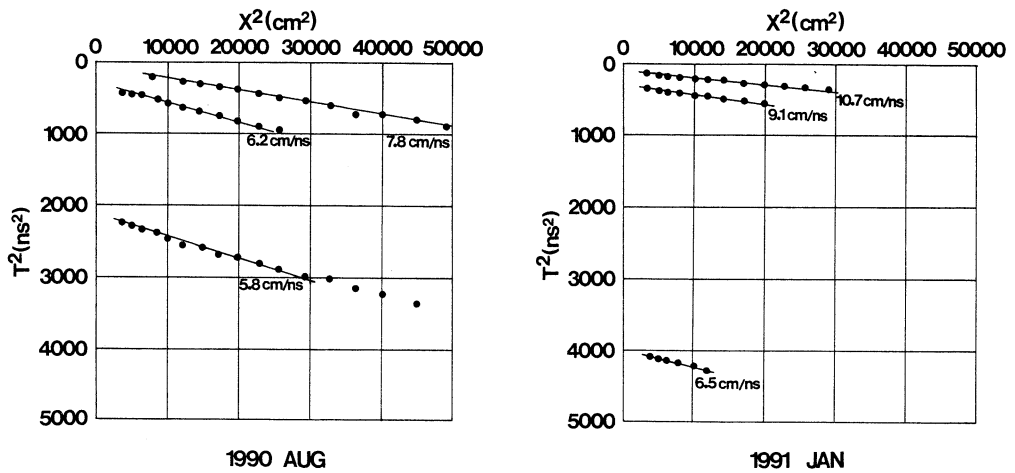


図-39 伝播波の走時曲線 (10m地点)

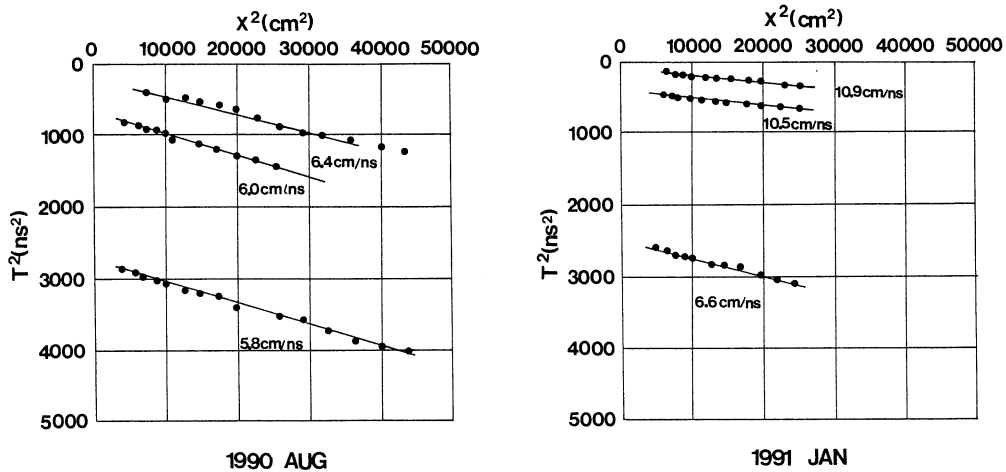


図-40 伝播波の走時曲線 (18m地点)

表-3に示したように夏季と冬季では、各波形の電磁波伝播速度に変化が見られ、地中直接波では約1.5倍、地中反射波 (r1) では約1.6倍、地中反射波 (r2) では約1.1倍の速度増加が認められる。しかし、ワイドアングル測定でも、凍結した層の境界による反射は補らえることはできなかった。

7.3 微動探査

図-34から判る点をまとめると ①夏季、冬季とも見られる0.6Hz 付近の卓越周波数は、いわゆる前述した脈動で調査地の深い地下構造を反映していると思われる。②次に卓越している2.5Hz 付近は、夏季、冬季とも見られ調査地の卓越周波数と判断できる。③6.0Hz 付近も、②同様に夏季、冬季とも見られるがスペクトルのピークが鋭く調査地付近の機械ノイズの可能性がある。

①～③とも夏季になく、冬季に出現する様な波は測定されなかった。従って、凍土・未凍土の境界は、この探査法では捕らえられなかったと考えられる。

7.4 地震探査

この方法では、冬季に観測波形が全く記録できなかったので、凍土・未凍土の境界は捕らえられなかった。この原因を考えると上層の高速度層 (おそらく凍土) を伝播する直達波が優勢で反射波が確認できなかったか、凍土・未凍土の境界面の存在が明確でないか仮に存在してもその面が浅いため反射波を捕らえられなかった等が考えられるが想像の域をでない。なお、この方法でSH 波の反射波を捕らえるには、震源の工夫や地震計 (ピックアップ) の小型化等の技術的問題を解決する必要があることが判った。

8. おわりに

本研究は，寒気の中でリアルタイムで簡便に凍結深度を把握できる機器システムの開発することを目的に行った。実際には，電気探査で凍土層を調査する場合の色々な問題点が明かになった。本報告では，その点を十分に示せなかったが，問題点と今後の課題を以下に要約し終わりたい。

- (1) 電気探査は，工学的観点から広域に凍土層深度を簡便に調査できる物理探査法である。
- (2) 土は，0℃以下（凍土）で比抵抗が常温の数倍～数100倍大きい。
- (3) 凍土の比抵抗が大きいので電極の接地抵抗も大きく設置方法や電極形状の改良が更に必要。
- (4) 測定器の入力インピーダンスは，高い方が良いが10MΩ程度で計測は可能。
- (5) 一般的な垂直解析法は，凍土層解析では解析不能場合があり，新たな解析法が必要。
- (6) 簡易解析法として， $\rho - a$ 曲線の形状から凍土層の厚さを求める曲線形状法を提案した。

今後は，以上の点を一応考慮した試作機器を用いて，夏季は踏査が困難な湿地や軟弱地盤でも冬季に表層部が凍結する地域での冬季の地下構造の把握，凍結工法での凍結結果の確認，寒冷地の液化しやすい砂地盤での凍結深度の把握等を行いたい。

また，数100mの探査深度を要求されるシベリアの凍土層の把握に使える技術の開発と探査機器の改良を行いたい。

最後に本研究で得られた凍土の電氣的性質や探査技術が，上記の目的以外にも利用され寒冷地特有の問題の解決に役立つことを期待したい。

謝 辞：本研究を行うにあたっては，色々な方々の協力を頂いた。北海道大学低温科学研究所の福田正己教授，石崎武志助手の両氏には有意義なご助言を頂いた。帯広畜産大学の土谷富士夫助教授には，実験圃場の使用と貴重な気象データの使用等の研究協力，開発土木研究室の学生の方々には3ヶ年にわたる除雪等の協力を頂いた。また同大学物理学教室の小柳敏郎教授と山藤律子嬢には，研究室の使用や宿泊の便宜を始めとして数々の協力を頂いた。応用地質㈱の村上弘行・宮尾浩一の両氏には地下レーダの操作と解析の協力を頂いた。ズゴーシャの渡辺 博氏及び同社の環境土質研究所の長田所長を始め各位には，地質ボーリングや地震探査等の便宜をして頂いた。本研究期間中に室蘭工業大学大学院に在学していた吉田 透君（現川崎地質㈱）と阿部竜也君（現日特建設㈱）を始め多くの大学院・学部の学生諸氏には，寒気の中での計測やデータの整理の協力を頂いた。以上の各位とそれ以外の色々な方々の協力で本研究が遂行できたことを，記して感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 木下誠一：凍土の物理学，森北出版株式会社，pp.13 (1982)
- 2) 八鍬利助：農業物理学，養賢堂，pp.75～85 (1961)
- 3) 山田 忍：土壌の生成，分類，調査とその活用，養賢堂，pp.62～65 (1968)
- 4) Tomoko NAKAYAMA : Measurement of Methane Flux in Tiksi, Siberia, Proceedings of First Symposium on Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1992, pp.110～112 (1993)
- 5) 日本雪氷学会北海道支部：雪氷調査法，北海道大学図書刊行会 (1991)
- 6) 和気 徹・高見雅三・武藤 章・後藤典俊・河内邦夫：凍土用リアルタイム処理物理探査機器の開発研究，平成2年度共同研究報告書（課題番号17），pp. 1 -33 (1991)
- 7) 河内邦夫・武藤 章・後藤典俊・高見雅三・和気 徹・土谷富士夫：凍土層形成に対する物理探査の適用例ー帯広畜産大学実験圃場の場合ー，北海道の雪氷，No.10, pp.32～35 (1991)
- 8) 河内邦夫・吉田 透・後藤典俊・武藤 章・高見雅三・和気 徹・土谷富士夫・小柳敏郎：電気探査における凍土層調査例，物理探査学会第86回学術講演会講演論文集，pp.384～389 (1992)
- 9) 和気 徹・高見雅三・武藤 章・後藤典俊・河内邦夫：凍土用リアルタイム処理物理探査機器の開発研究，平成3年度共同研究報告書（課題番号8），pp. 1 -21 (1992)
- 10) GHOSH,D.P. : Inverse filter coefficients for the computation of apparent resistivity standard curves for a horizontally earth, Geophys. Prosp.,19,pp.769～775 (1971)
- 11) O'Neill,D.J. and Merrick,N.P. : A digital linear filter for resistivity sounding with a generalized electrode array, Geophys. Prosp.,32,pp.105～123 (1984)
- 12) 和気 徹・高見雅三・武藤 章・後藤典俊・河内邦夫：凍土用リアルタイム処理物理探査機器の開発研究，平成4年度共同研究報告書（課題番号5），pp. 1 -31 (1993)
- 13) 高見雅三・和気 徹・河内邦夫・後藤典俊・武藤 章：表層における電気探査解析についてー2極法による凍土解析を例としてー，日本情報地質学会，第4回講演会ジョイントフォーラム '93, pp.11～12 (1993)
- 14) 原 徹夫・坂山利彦：地盤調査に対する地下レーダーの適応性について，応用地質調査事務所年報 No.5, pp.77～91 (1983)
- 15) N.Maeno, T.Araki, J.Moore and M.Fukuda : Dielectric Response of Water and Ice in Frozen, physics and Chemistry of Ice,pp.381～386 (1992)
- 16) 野越三雄・乗富一雄：長・短周期微動と地下構造について，物理探査 vol.32, No.3,pp.17～28 (1979)
- 17) 岡田 廣・松島 健・森谷武男・笹谷 努：広域・深層地盤調査のための長周期微動探査法，

物理探査 vol.43, No.6, pp.402~417 (1990)

18) N.A.Haskel : The Dispersion of Surface Wave on Multi-Layered Media, Bull. Seis. Soc. Ame, vol.43, (1953)

19) 齊藤徳美・阿部 司・小林直太・中島直吉・中村 操・野越三雄・毎熊輝記：秋田県能代市における地盤特性 (1), 物理探査 vol.41, No.1, pp.47~63 (1988)

20) 齊藤徳美・阿部 司・小林直太・中島直吉・中村 操・野越三雄・毎熊輝記：秋田県能代市における地盤特性 (2), 物理探査 vol.41, No.1, pp.64~75 (1988)

21) 福田正己・井上正則：凍土の動的性質について I, 低温科学物理篇第31号, pp.245~259 (1973)

22) 井上正則・木下誠一：凍土の圧縮強度と動的性質に, 低温科学物理篇第33号, pp.243~253 (1975)

23) 田治米鏡二：浅層反射記録の解析法, 物理探査 vol.29, No.3, pp.183~188 (1976)

24) 田治米鏡二：浅層反射記録の解析法 (続), 物理探査 vol.30, No.2, pp.57~63 (1977)

25) 菊池真市・狐崎長狼：舗装地表面上の浅層 SH 波反射法における反射波の特徴, 物理探査 vol.39, No.5, pp.11~23 (1986)

26) 志村 馨：電気探査法, 昭晃堂, pp.29~30 (1965)

27) 高見雅三・和気 徹・河内邦夫・後藤典俊・武藤 章・吉田 透・阿部竜也・土谷富士夫：物理探査による凍土層解析の試みー帯広畜産大学実験圃場の場合ー, 物理探査学会第85回学術講演会講演論文集, pp.345~350 (1992)

28) 佐々木 裕：比抵抗垂直探査における 2 次元構造の自動解析 (I), 物理探査, 第34巻, pp.344~350 (1981)

29) 佐々木 裕：比抵抗垂直探査における 2 次元構造の自動解析 (II), 物理探査, 第34巻, pp.422~434 (1981)

30) 大野博教：石油・ガス鉱床の電気探査 (その1), 地質調査所月報, 第16巻, 第10号, pp.44~69 (1965)

31) 大野博教：石油・ガス鉱床の電気探査 (その2), 地質調査所月報, 第16巻, 第11号, pp.61~80 (1965)

32) 大野博教：石油・ガス鉱床の電気探査 (その3), 地質調査所月報, 第16巻, 第12号, pp.40~74 (1965)

33) 吉田 透・竹内直樹・河内邦夫・武藤 章：土の凍結が電気比抵抗値に及ぼす影響について, 開発技報, 第35号, pp.15~22 (1993)

凍土用リアルタイム処理物理探査機器の開発研究

付表 1

1990 - 1991

1991 - 1992

1992 - 1993

月日	平均(℃)	日照(hr)	日射(Ly)	積雪(cm)	月日	平均(℃)	日照(hr)	日射(Ly)	積雪(cm)	月日	平均(℃)	日照(hr)	日射(Ly)	積雪(cm)
11/16	2.6	5.5	67.0	0	11/16	0.8	8.7	225.0	0	11/16	3.5	6.8	235.0	0
11/17	4.5	8.7	91.0	0	11/17	0.7	2.9	153.0	0	11/17	1.9	5.0	190.0	0
11/18	-0.1	2.0	41.0	0	11/18	2.1	8.4	198.0	0	11/18	1.6	6.3	221.0	0
11/19	3.2	1.6	37.0	0	11/19	0.5	3.2	112.0	0	11/19	-0.7	3.8	153.0	0
11/20	4.8	0	1.0	0	11/20	4.7	6.6	177.0	0	11/20	3.4	1.0	105.0	0
11/21	1.8	6.8	76.0	0	11/21	2.4	8.3	208.0	0	11/21	-0.5	4.8	183.0	0
11/22	1.5	5.8	69.0	0	11/22	2.0	3.4	158.0	0	11/22	-0.3	5.6	210.0	0
11/23	2.0	7.5	80.0	0	11/23	4.1	5.0	153.0	0	11/23	4.1	1.9	110.0	0
11/24	3.0	7.6	74.0	0	11/24	-0.6	4.6	167.0	0	11/24	4.1	7.0	195.0	0
11/25	3.9	2.0	34.0	0	11/25	-2.5	6.6	179.0	0	11/25	4.2	6.4	185.0	0
11/26	4.6	0	0	0	11/26	2.7	8.3	186.0	0	11/26	-0.8	6.3	197.0	21.0
11/27	6.5	8.0	71.0	0	11/27	1.5	5.9	158.0	0	11/27	-5.6	7.5	228.0	15.0
11/28	2.5	0	14.0	0	11/28	5.1	6.5	151.0	0	11/28	-4.1	7.3	124.0	13.0
11/29	-0.4	6.2	64.0	0	11/29	4.3	1.1	88.0	0	11/29	2.4	2.4	73.0	9.0
11/30	0.1	0.7	12.0	0	11/30	3.7	0	36.0	0	11/30	1.3	8.1	212.0	1.0
12/01	6.7	0	0	0	12/01	2.9	5.9	139.0	0	12/01	-2.6	0	46.0	0
12/02	6.6	2.9	33.0	0	12/02	0.8	5.8	158.0	0	12/02	1.6	6.9	200.0	0
12/03	2.3	4.9	45.0	0	12/03	0	0.4	76.0	0	12/03	0.5	7.4	210.0	0
12/04	2.4	8.3	71.0	0	12/04	1.0	7.9	174.0	0	12/04	-2.5	7.3	198.0	0
12/05	3.3	8.4	71.0	0	12/05	0.2	7.9	162.0	0	12/05	-3.9	6.5	191.0	0
12/06	2.7	8.0	66.0	0	12/06	-0.3	5.0	139.0	0	12/06	-5.6	4.8	153.0	0
12/07	5.6	3.5	31.0	0	12/07	-1.0	6.4	165.0	0	12/07	-1.2	0.3	79.0	0
12/08	3.7	7.2	57.0	0	12/08	-4.2	3.1	110.0	0	12/08	3.1	0	43.0	0
12/09	2.5	7.3	60.0	0	12/09	-7.0	7.6	162.0	0	12/09	4.2	5.1	158.0	0
12/10	0.2	0	0	0	12/10	-5.3	7.7	158.0	0	12/10	1.2	0	34.0	0
12/11	-3.0	6.0	66.0	5.0	12/11	-6.0	0.2	69.0	0	12/11	2.1	0.7	74.0	10.0
12/12	-2.3	5.4	62.0	3.0	12/12	-6.9	6.3	146.0	10.0	12/12	-2.1	7.2	176.0	2.0
12/13	-2.7	8.3	69.0	0	12/13	-10.1	8.0	167.0	10.0	12/13	-1.7	7.2	195.0	2.0
12/14	-3.5	2.7	28.0	0	12/14	-10.7	7.9	162.0	10.0	12/14	-1.9	4.1	169.0	21.0
12/15	-2.4	6.7	50.0	0	12/15	-8.5	7.7	158.0	10.0	12/15	-9.3	5.0	169.0	18.0
12/16	-5.1	7.3	65.0	0	12/16	-6.8	1.9	100.0	10.0	12/16	-10.1	4.3	183.0	16.0
12/17	-5.3	7.9	65.0	0	12/17	0.3	1.1	117.0	0	12/17	-10.7	7.8	214.0	15.0
12/18	-5.1	3.2	28.0	0	12/18	1.1	4.9	129.0	0	12/18	-11.9	6.4	191.0	15.0
12/19	-4.1	8.2	68.0	0	12/19	-3.5	5.3	155.0	0	12/19	-7.9	6.0	205.0	14.0
12/20	-5.1	7.8	68.0	0	12/20	-2.9	7.7	162.0	0	12/20	-4.6	0	39.0	14.0
12/21	-2.8	0	5.0	0	12/21	-1.7	7.6	158.0	0	12/21	-8.1	4.9	170.0	22.0
12/22	1.6	0	11.0	5.0	12/22	-2.7	8.0	162.0	0	12/22	-5.3	0	44.0	23.0
12/23	1.9	4.0	52.0	0	12/23	-4.4	0	65.0	0	12/23	-6.0	6.9	208.0	33.0
12/24	-1.5	6.3	55.0	0	12/24	1.4	3.1	98.0	0	12/24	-5.5	4.3	157.0	28.0
12/25	-1.3	7.1	59.0	0	12/25	-4.5	7.7	158.0	0	12/25	-3.7	7.9	199.0	26.0
12/26	-1.4	2.6	26.0	0	12/26	-8.1	7.8	158.0	0	12/26	-7.3	8.0	202.0	26.0
12/27	-0.2	0	11.0	24.0	12/27	-6.7	7.7	151.0	0	12/27	-8.0	7.5	195.0	24.0
12/28	-3.7	6.4	70.0	20.0	12/28	-4.3	0	38.0	0	12/28	-7.5	8.0	214.0	24.0
12/29	-12.3	8.2	79.0	20.0	12/29	-0.8	0	91.0	45.0	12/29	-13.1	0.8	148.0	22.0
12/30	-6.3	8.0	76.0	16.0	12/30	-7.6	4.5	158.0	38.0	12/30	-13.4	7.3	217.0	22.0
12/31	-8.4	7.6	63.0	16.0	12/31	-6.1	8.0	186.0	38.0	12/31	-8.3	7.4	196.0	22.0
01/01	-6.7	1.7	42.0	16.0	01/01	-16.0	5.8	162.0	33.0	01/01	-7.8	7.9	205.0	21.0
01/02	0.7	0	15.0	17.0	01/02	-17.4	7.2	167.0	32.0	01/02	-12.1	2.0	156.0	21.0
01/03	-4.6	6.0	58.0	11.0	01/03	-15.8	7.1	165.0	31.0	01/03	-6.2	2.9	122.0	21.0
01/04	-4.9	6.1	68.0	11.0	01/04	-12.9	6.2	160.0	30.0	01/04	-7.0	7.8	198.0	21.0
01/05	-10.4	8.4	85.0	11.0	01/05	-8.8	6.6	172.0	28.0	01/05	-9.1	3.8	160.0	21.0
01/06	-11.2	8.3	81.0	10.0	01/06	-9.7	3.7	143.0	25.0	01/06	-10.1	8.0	210.0	21.0
01/07	-4.0	7.1	70.0	10.0	01/07	-13.3	0	115.0	25.0	01/07	-8.1	5.3	196.0	21.0
01/08	0.6	5.2	63.0	10.0	01/08	-3.8	7.1	179.0	27.0	01/08	-3.3	4.9	167.0	21.0
01/09	-2.6	5.2	61.0	9.0	01/09	-13.3	1.7	127.0	25.0	01/09	-5.6	6.0	201.0	21.0
01/10	1.2	8.2	72.0	9.0	01/10	-8.8	7.9	179.0	24.0	01/10	-6.7	0	111.0	22.0
01/11	0.3	6.7	74.0	9.0	01/11	-7.3	7.9	184.0	24.0	01/11	-12.9	7.9	231.0	22.0
01/12	-1.2	0.3	40.0	9.0	01/12	-11.1	3.6	131.0	23.0	01/12	-14.1	7.8	236.0	22.0
01/13	0	4.4	58.0	9.0	01/13	-2.0	6.2	170.0	22.0	01/13	-11.2	7.6	210.0	22.0

付表 2

01/14	0.2	0.1	37.0	10.0	01/14	-8.0	0	112.0	28.0	01/14	-14.0	4.3	184.0	22.0
01/15	-1.1	1.8	44.0	10.0	01/15	-15.4	7.1	184.0	28.0	01/15	-17.1	5.6	184.0	22.0
01/16	-3.1	5.3	66.0	15.0	01/16	-10.8	8.0	184.0	28.0	01/16	-15.4	0.9	365.0	22.0
01/17	-7.2	3.5	56.0	15.0	01/17	-5.2	0	53.0	28.0	01/17	-2.9	0	77.0	32.0
01/18	-0.5	0	1.0	93.0	01/18	0.4	3.7	158.0	52.0	01/18	-1.2	0	94.0	37.0
01/19	-10.9	8.6	96.0	93.0	01/19	-6.0	2.0	167.0	47.0	01/19	-0.6	0	46.0	38.0
01/20	-7.1	7.0	77.0	90.0	01/20	-12.4	8.2	203.0	47.0	01/20	-9.7	4.0	208.0	63.0
01/21	-5.1	8.2	84.0	90.0	01/21	-8.4	7.9	203.0	47.0	01/21	-9.2	7.7	261.0	62.0
01/22	-11.3	8.4	96.0	83.0	01/22	-3.6	3.2	186.0	47.0	01/22	-15.2	6.5	256.0	60.0
01/23	-17.1	8.5	101.0	82.0	01/23	-11.2	8.0	194.0	46.0	01/23	-16.8	8.2	252.0	60.0
01/24	-9.3	6.8	81.0	82.0	01/24	-13.9	7.1	215.0	46.0	01/24	-6.3	0	161.0	57.0
01/25	-5.4	0	14.0	80.0	01/25	-16.5	8.0	213.0	46.0	01/25	-2.9	0	106.0	56.0
01/26	1.7	1.0	44.0	90.0	01/26	-12.0	8.0	213.0	45.0	01/26	-2.8	1.4	177.0	57.0
01/27	-3.3	5.2	79.0	92.0	01/27	-10.4	1.3	119.0	45.0	01/27	-0.4	0	58.0	64.0
01/28	-8.0	8.7	102.0	78.0	01/28	-4.2	8.2	229.0	40.0	01/28	1.5	0	58.0	58.0
01/29	-7.0	8.1	98.0	76.0	01/29	-6.0	8.4	229.0	38.0	01/29	2.7	5.1	258.0	55.0
01/30	-13.1	8.7	108.0	76.0	01/30	-13.1	8.5	227.0	36.0	01/30	-0.3	8.5	279.0	48.0
01/31	-13.1	8.1	102.0	74.0	01/31	-11.8	8.2	182.0	37.0	01/31	-1.4	7.6	256.0	46.0
02/01	-11.4	6.9	86.0	73.0	02/01	-6.2	0	112.0	50.0	02/01	-6.4	0	143.0	46.0
02/02	-9.1	3.4	84.0	70.0	02/02	-9.9	8.6	251.0	47.0	02/02	-4.7	6.9	308.0	48.0
02/03	-9.0	8.5	108.0	70.0	02/03	-9.5	2.4	136.0	45.0	02/03	-5.7	6.8	288.0	48.0
02/04	-7.1	6.8	102.0	69.0	02/04	-6.7	4.8	217.0	40.0	02/04	-3.6	6.0	263.0	47.0
02/05	-9.4	7.8	101.0	68.0	02/05	-17.8	8.5	239.0	38.0	02/05	-8.1	7.3	303.0	46.0
02/06	-10.4	5.1	88.0	68.0	02/06	-14.7	8.0	237.0	36.0	02/06	-0.7	0.9	139.0	46.0
02/07	-11.5	7.9	114.0	66.0	02/07	-5.8	2.7	141.0	38.0	02/07	-3.7	0	63.0	46.0
02/08	-10.9	4.8	87.0	66.0	02/08	-6.5	7.7	253.0	38.0	02/08	-6.8	3.9	181.0	53.0
02/09	-11.5	9.1	118.0	65.0	02/09	-13.0	9.0	272.0	38.0	02/09	-13.9	8.6	336.0	54.0
02/10	-10.0	6.9	104.0	65.0	02/10	-9.9	3.4	170.0	38.0	02/10	-7.1	8.7	344.0	54.0
02/11	-2.7	1.0	57.0	65.0	02/11	-6.8	8.3	268.0	39.0	02/11	-4.9	6.7	312.0	53.0
02/12	-8.1	8.5	122.0	65.0	02/12	-9.4	7.1	253.0	39.0	02/12	-3.6	6.1	296.0	52.0
02/13	-5.9	8.3	107.0	65.0	02/13	-7.5	7.6	263.0	38.0	02/13	-8.6	7.5	301.0	51.0
02/14	-5.1	9.0	117.0	61.0	02/14	-11.2	9.1	277.0	38.0	02/14	-7.7	6.7	319.0	50.0
02/15	-8.2	1.7	78.0	61.0	02/15	-7.6	8.4	272.0	38.0	02/15	-6.2	3.8	248.0	50.0
02/16	-1.7	0	0	88.0	02/16	0	2.4	162.0	39.0	02/16	-5.1	8.9	348.0	52.0
02/17	-3.6	0.1	84.0	78.0	02/17	-3.9	9.1	287.0	34.0	02/17	-10.1	0	167.0	54.0
02/18	-11.4	9.4	132.0	79.0	02/18	-6.3	8.3	282.0	33.0	02/18	-5.8	1.3	231.0	58.0
02/19	-18.7	7.9	135.0	78.0	02/19	-5.8	8.0	287.0	39.0	02/19	-5.8	5.2	286.0	62.0
02/20	-18.8	9.6	142.0	75.0	02/20	-12.2	9.0	315.0	36.0	02/20	-6.8	8.8	422.0	62.0
02/21	-11.5	0	3.0	77.0	02/21	-12.9	9.2	301.0	36.0	02/21	-8.7	7.1	374.0	60.0
02/22	-7.3	8.2	115.0	85.0	02/22	-11.2	8.6	313.0	35.0	02/22	-4.2	0.4	150.0	58.0
02/23	-7.3	0	31.0	80.0	02/23	-4.6	8.5	327.0	34.0	02/23	-3.9	0	201.0	63.0
02/24	-8.1	6.7	128.0	80.0	02/24	-4.3	4.0	241.0	33.0	02/24	-5.5	5.0	334.0	62.0
02/25	-13.9	9.4	146.0	78.0	02/25	-5.0	8.3	303.0	32.0	02/25	-5.6	9.5	414.0	58.0
02/26	-10.3	9.5	148.0	77.0	02/26	-2.9	9.5	337.0	32.0	02/26	-7.1	8.9	421.0	56.0
02/27	-6.5	9.2	141.0	76.0	02/27	-5.5	2.9	337.0	32.0	02/27	-6.1	6.7	372.0	56.0
02/28	-2.3	0	55.0	75.0	02/28	-8.3	8.5	327.0	31.0	02/28	-3.4	0.2	246.0	55.0
					02/29	-2.2	8.0	289.0	31.0					
03/01	-3.0	9.9	181.0	76.0	03/01	-0.9	8.9	344.0	27.0	03/01	0.1	2.9	255.0	67.0
03/02	-9.1	9.8	144.0	73.0	03/02	-2.5	9.1	358.0	25.0	03/02	-1.5	7.2	362.0	60.0
03/03	-6.5	8.7	140.0	72.0	03/03	-4.1	9.8	368.0	25.0	03/03	-3.5	5.3	348.0	57.0
03/04	-1.4	10.1	152.0	70.0	03/04	-3.3	9.7	368.0	25.0	03/04	-3.9	9.5	459.0	56.0
03/05	3.6	10.3	146.0	67.0	03/05	-5.0	3.1	277.0	24.0	03/05	-5.2	3.0	303.0	55.0
03/06	-1.7	5.5	114.0	64.0	03/06	-4.9	0	151.0	30.0	03/06	0.5	9.0	429.0	60.0
03/07	-0.9	10.1	147.0	65.0	03/07	-5.8	10.0	404.0	33.0	03/07	-1.1	6.6	414.0	55.0
03/08	-3.8	9.9	152.0	63.0	03/08	-5.6	8.7	363.0	36.0	03/08	-3.6	10.6	492.0	50.0
03/09	-4.9	0	33.0	65.0	03/09	-3.2	5.0	301.0	33.0	03/09	-7.1	10.6	506.0	52.0
03/10	-4.8	9.6	141.0	65.0	03/10	-4.3	3.9	265.0	30.0	03/10	-5.5	6.9	414.0	51.0
03/11	-5.0	10.3	161.0	74.0	03/11	-1.8	8.2	337.0	28.0	03/11	-0.3	3.7	329.0	51.0
03/12	-4.6	8.9	154.0	65.0	03/12	-1.1	9.2	377.0	24.0	03/12	-0.4	10.2	480.0	50.0
03/13	-3.5	8.8	154.0	65.0	03/13	-1.4	6.5	339.0	19.0	03/13	-1.0	9.5	471.0	50.0
03/14	-5.7	10.1	167.0	65.0	03/14	1.7	8.1	370.0	18.0	03/14	-3.2	10.4	506.0	49.0
03/15	-7.3	8.7	162.0	65.0	03/15	1.8	4.7	294.0	10.0	03/15	-1.7	10.4	506.0	49.0

凍土用リアルタイム処理物理探査機器の開発研究

付表 3

03/16	-5.2	0.1	102.0	65.0	03/16	0	7.7	368.0	5.0	03/16	-2.4	6.6	429.0	49.0
03/17	-1.4	6.0	139.0	65.0	03/17	-1.7	10.8	435.0	0	03/17	1.1	4.0	398.0	51.0
03/18	-0.9	10.9	178.0	64.0	03/18	-3.5	2.1	213.0	0	03/18	-1.6	10.3	533.0	47.0
03/19	1.8	8.6	155.0	59.0	03/19	-2.3	7.1	370.0	0	03/19	-1.9	10.8	542.0	46.0
03/20	4.5	5.9	124.0	52.0	03/20	-1.4	7.3	366.0	1.0	03/20	-5.0	10.7	547.0	45.0
03/21	-1.7	11.0	173.0	53.0	03/21	-1.3	0.6	270.0	0	03/21	-2.9	10.5	544.0	38.0
03/22	-1.8	10.8	177.0	40.0	03/22	-3.3	9.2	377.0	0	03/22	2.6	7.6	443.0	31.0
03/23	-1.2	0.7	61.0	33.0	03/23	-0.4	9.9	435.0	0	03/23	2.1	10.0	516.0	23.0
03/24	5.0	10.9	173.0	32.0	03/24	-4.3	9.9	423.0	0	03/24	3.4	9.8	450.0	18.0
03/25	2.0	11.1	172.0	25.0	03/25	-0.8	0	96.0	0	03/25	3.3	6.5	421.0	10.0
03/26	-0.4	10.9	176.0	25.0	03/26	4.0	11.0	468.0	5.0	03/26	2.2	9.8	485.0	0
03/27	-2.5	0.3	79.0	23.0	03/27	5.4	10.3	437.0	0	03/27	0.8	3.9	369.0	0
03/28	-1.1	0	93.0	28.0	03/28	5.8	10.9	440.0	0	03/28	-3.7	8.4	495.0	0
03/29	0.3	6.3	151.0	26.0	03/29	3.7	9.2	425.0	0	03/29	-5.3	6.1	441.0	0
03/30	1.8	0	56.0	23.0	03/30	3.9	0	91.0	0	03/30	-0.9	10.1	547.0	0
03/31	3.0	9.5	163.0	14.0	03/31	6.5	8.2	380.0	0	03/31	3.4	2.6	286.0	0
04/01	1.3	8.2	148.0	13.0	04/01	4.9	4.2	296.0	0	04/01	1.7	0.5	86.0	0
04/02	0.3	11.6	189.0	13.0	04/02	5.5	2.5	167.0	0	04/02	4.8	0	93.0	0
04/03	2.7	9.4	161.0	9.0	04/03	9.5	11.0	468.0	0	04/03	2.7	2.5	296.0	0
04/04	5.9	11.2	172.0	5.0	04/04	9.0	9.6	435.0	0	04/04	3.5	2.9	346.0	0
04/05	1.3	0.3	32.0	3.0	04/05	7.4	5.7	335.0	0	04/05	3.0	8.7	483.0	0
04/06	2.5	0.8	49.0	2.0	04/06	4.6	1.2	163.0	0	04/06	2.3	9.9	570.0	0
04/07	3.5	2.3	100.0	0	04/07	1.2	10.9	514.0	0	04/07	3.9	7.4	343.0	0
04/08	2.8	0	38.0	0	04/08	1.9	10.1	466.0	0	04/08	1.4	0.2	105.0	0
04/09	5.1	2.9	104.0	0	04/09	5.9	8.5	344.0	0	04/09	2.1	4.7	324.0	0
04/10	5.1	7.6	164.0	0	04/10	5.1	6.4	337.0	0	04/10	1.4	1.6	284.0	0
04/11	8.5	8.0	133.0	0	04/11	0.7	0	134.0	0	04/11	1.6	8.6	561.0	0
04/12	7.5	12.2	193.0	0	04/12	0.8	0	222.0	0	04/12	1.1	7.2	502.0	0
04/13	4.8	0	21.0	0	04/13	2.6	3.3	308.0	0	04/13	4.5	10.2	575.0	0
04/14	8.2	8.4	154.0	0	04/14	2.4	2.1	229.0	0	04/14	6.4	9.2	537.0	0
04/15	8.2	9.7	172.0	0	04/15	2.9	1.1	284.0	0	04/15	7.3	9.8	497.0	0
04/16	8.6	11.0	182.0	0	04/16	0.7	0	84.0	0	04/16	8.3	11.8	620.0	0
04/17	10.1	11.5	188.0	0	04/17	3.9	7.8	471.0	22.0	04/17	7.0	11.9	618.0	0
04/18	5.6	0.1	17.0	0	04/18	4.1	1.1	146.0	0	04/18	3.3	5.8	443.0	0
04/19	7.7	12.6	217.0	0	04/19	7.0	4.3	287.0	0	04/19	3.1	10.0	578.0	0
04/20	3.5	2.5	60.0	0	04/20	6.9	9.2	452.0	0	04/20	3.8	11.7	632.0	0
04/21	4.7	6.6	152.0	0	04/21	7.9	7.7	416.0	0	04/21	3.2	11.8	620.0	0
04/22	4.5	10.6	191.0	0	04/22	4.7	0	65.0	0	04/22	5.7	3.4	369.0	0
04/23	5.9	9.8	183.0	0	04/23	5.4	5.2	363.0	0	04/23	6.9	0.4	172.0	0
04/24	10.1	11.8	194.0	0	04/24	9.0	10.2	499.0	0	04/24	6.4	2.5	207.0	0
04/25	4.9	4.3	79.0	0	04/25	8.1	8.7	490.0	0	04/25	3.2	5.1	438.0	0
04/26	8.9	0	88.0	0	04/26	8.8	6.1	368.0	0	04/26	8.4	12.3	694.0	0
04/27	10.9	11.1	205.0	0	04/27	11.0	11.1	571.0	0	04/27	8.7	4.4	358.0	0
04/28	9.3	8.2	169.0	0	04/28	8.8	10.2	511.0	0	04/28	7.9	11.3	687.0	0
04/29	10.1	0.1	52.0	0	04/29	9.2	6.7	401.0	0	04/29	6.8	11.6	692.0	0
04/30	9.0	3.8	106.0	0	04/30	8.1	12.6	602.0	0	04/30	3.5	0.4	298.0	0
05/01	9.2	3.6	315.0	0	05/01	6.0	3.7	429.0	0	05/01	6.0	7.5	248.0	0
05/02	6.3	10.2	395.0	0	05/02	8.4	6.2	474.0	0	05/02	6.8	7.5	502.0	0
05/03	3.9	5.0	305.0	0	05/03	7.3	3.0	366.0	0	05/03	3.1	0	95.0	0
05/04	5.2	0	30.0	0	05/04	6.5	3.6	431.0	0	05/04	5.6	4.6	436.0	0
05/05	11.1	0	75.0	0	05/05	5.9	1.9	248.0	0	05/05	8.6	11.1	594.0	0
05/06	17.2	12.2	445.0	0	05/06	6.6	6.3	547.0	0	05/06	9.9	7.4	530.0	0
05/07	15.2	9.3	380.0	0	05/07	7.5	8.8	582.0	0	05/07	12.5	10.3	649.0	0
05/08	10.6	0	95.0	0	05/08	6.3	0	59.0	0	05/08	9.6	11.4	684.0	0
05/09	13.8	11.5	450.0	0	05/09	13.0	12.4	721.0	0	05/09	6.1	0	157.0	0
05/10	14.8	8.5	340.0	0	05/10	12.4	10.1	658.0	0	05/10	8.1	0	121.0	0
05/11	14.3	2.0	220.0	0	05/11	12.1	13.0	747.0	0	05/11	14.5	9.5	673.0	0
05/12	13.5	8.2	385.0	0	05/12	10.5	11.2	710.0	0	05/12	16.2	9.5	597.0	0
05/13	14.9	8.5	335.0	0	05/13	8.4	4.4	464.0	0	05/13	15.5	6.1	554.0	0
05/14	13.0	0	0	0	05/14	7.7	0	76.0	0	05/14	10.2	7.2	547.0	0
05/15	14.6	0	80.0	0	05/15	15.4	12.0	721.0	0	05/15	7.3	10.0	594.0	0

付表 4

【地 中 温 度】

93/1/21	0.1m	0.2m	0.3m	0.4m	0.5m	93/1/22	0.1m	0.2m	0.3m	0.4m	0.5m
13:30	-3.8	-5.0	-4.2	-2.6	-1.4	9:50	-9.7	-8.3	-5.8	-3.4	—
40	-3.7	-4.6	-3.8	-2.2	-1.2	10:00	-9.6	-8.3	-5.8	-3.3	—
50	-3.6	-4.5	-3.7	-2.2	-1.1	10	-9.1	-8.2	-5.9	-3.4	—
14:00	-3.9	-4.8	-4.1	-2.7	-1.4	20	-8.9	-8.2	-5.8	-3.4	—
10	-3.8	-4.8	-4.2	-2.6	-1.4	30	-8.7	-8.1	-5.8	-3.4	—
20	-3.9	-4.9	-4.3	-2.7	-1.5	40	-8.9	-8.2	-5.9	-3.6	—
30	-4.0	-4.8	-4.3	-2.7	-1.5	50	-8.5	-8.1	-5.9	-3.6	—
40	-4.0	-4.2	-3.6	-2.2	-1.1	11:00	-8.3	-8.1	-5.9	-3.6	—
50	-4.2	-4.4	-3.8	-2.4	-1.3	10	-8.2	-8.1	-6.0	-3.6	—
15:00	-4.3	-4.5	-3.9	-2.5	-1.4	20	-7.9	-8.0	-6.0	-3.7	—
10	-4.3	-4.5	-4.0	-2.6	-1.4	30	-7.6	-8.0	-6.0	-3.7	—
20	-4.4	-4.5	-3.9	-2.5	-1.4	40	-7.4	-7.9	-6.1	-3.8	—
30	-4.5	-4.4	-3.9	-2.5	-1.3	50	-7.4	-7.9	-6.1	-3.8	—
40	-4.6	-4.5	-3.9	-2.6	-1.4	12:00	-7.2	-7.8	-6.1	-3.9	—
50	-4.7	-4.5	-3.9	-2.6	-1.4						
16:00	-4.8	-4.7	-4.1	-2.7	-1.5	13:10	-6.3	-7.6	-6.2	-4.0	-2.1
10	-4.9	-4.8	-4.2	-2.8	-1.5	20	-6.3	-7.6	-6.3	-4.1	-2.2
20	-5.1	-5.0	-4.3	-3.0	-1.6	30	-6.2	-7.4	-6.2	-4.1	-2.2
						40	-6.2	-7.3	-6.2	-4.1	-2.1
93/1/23	0.1m	0.2m	0.3m	0.4m	0.5m	50	-6.2	-7.3	-6.2	-4.2	-2.2
11:20	-10.2	-10.6	-8.1	-5.2	-2.7	14:00	-6.2	-7.2	-6.1	-4.1	-2.1
30	-10.1	-10.6	-8.2	-5.3	-2.8	10	-6.2	-7.1	-6.2	-4.2	-2.2
40	-10.1	-10.5	-8.2	-5.3	-2.8	20	-6.1	-7.0	-6.0	-4.1	-2.1
50	-9.9	-10.5	-8.2	-5.4	-2.9	30	-6.2	-7.0	-6.1	-4.2	-2.2
12:00	-9.7	-10.4	-8.2	-5.4	-2.9	40	-5.9	-6.5	-5.7	-3.8	-1.8
10	-9.4	-10.3	-8.2	-5.4	-2.9	50	-6.2	-6.8	-6.0	-4.2	-2.2
						15:00	-6.2	-6.8	-6.0	-4.1	-2.1
93/3/2	0.1m	0.2m	0.3m	0.4m	0.5m	10	-6.2	-6.8	-6.0	-4.2	-2.2
11:04	0.1	-0.9	-1.3	-1.5	-1.3	20	-6.2	-6.8	-6.0	-4.2	-2.2
20	0.2	-1.0	-1.4	-1.5	-1.4	30	-6.2	-6.8	-6.0	-4.2	-2.2
30	0.2	-1.5	-1.8	-1.9	-1.6	40	-6.3	-6.8	-6.0	-4.3	-2.4
40	0.3	-1.5	-1.8	-1.9	-1.6	50	-6.4	-6.8	-6.0	-4.3	-2.3
50	0.4	-1.5	-1.7	-1.8	-1.5	56	-6.5	-6.7	-6.0	-4.3	-2.3
12:00	0.4	-1.5	-1.7	-1.8	-1.5	16:27	-6.8	-6.5	-5.8	-4.1	-2.2
10	0.5	-1.4	-1.7	-1.8	-1.5	57	-7.2	-6.6	-5.8	-4.2	-2.2
20	0.5	-1.6	-1.7	-1.8	-1.5						
30	0.5	-1.4	-1.7	-1.8	-1.5	93/3/3	0.1m	0.2m	0.3m	0.4m	0.5m
40	0.5	-1.2	-1.6	-1.6	-1.4	9:24	-0.9	-0.8	-1.0	-1.0	-0.8
50	0.5	-1.2	-1.6	-1.6	-1.4	34	-0.9	-0.9	-1.0	-1.0	-0.9
13:00	0.5	-1.2	-1.5	-1.6	-1.4	44	-0.8	-0.8	-1.0	-0.9	-0.8
10	0.5	-1.1	-1.5	-1.5	-1.3	54	-0.8	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8
20	0.5	-0.9	-1.4	-1.4	-1.2	10:04	-0.8	-0.8	-1.0	-1.0	-0.8
30	0.5	-0.8	-1.2	-1.3	-1.1	14	-0.8	-0.8	-1.0	-0.9	-0.8
40	0.5	-0.8	-1.2	-1.3	-1.1	24	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8
50	0.5	-0.8	-1.2	-1.4	-1.2	34	-0.6	-0.8	-0.9	-0.9	-0.8
14:00	0.4	-0.9	-1.3	-1.4	-1.2	39	-0.6	-0.8	-1.0	-1.0	-0.8
10	0.4	-1.1	-1.4	-1.5	-1.2						
20	0.2	-1.2	-1.5	-1.5	-1.3	15:19	-0.4	-0.9	-1.1	-1.1	-1.0
30	0.0	-1.2	-1.5	-1.6	-1.3	29	-0.5	-1.0	-1.2	-1.1	-1.0
40	0.0	-1.2	-1.5	-1.6	-1.3	39	-0.5	-1.2	-1.3	-1.3	-1.2
50	-0.1	-1.2	-1.5	-1.6	-1.3	49	-0.5	-1.2	-1.3	-1.4	-1.2
15:00	-0.1	-1.2	-1.5	-1.6	-1.3	16:00	-0.4	-0.7	-0.9	-0.9	-0.8
10	-0.2	-1.2	-1.5	-1.5	-1.3	53	-0.8	-1.9	-1.7	-1.7	-1.5
20	-0.2	-1.0	-1.4	-1.4	-1.2	17:53	-0.9	-1.9	-1.6	-1.6	-1.5
30	-0.3	-1.1	-1.4	-1.5	-1.3	18:53	-0.9	-1.8	-1.6	-1.6	-1.5
93/3/5	0.1m	0.2m	0.3m	0.4m	0.5m	11:54	-0.8	-1.5	-1.3	-1.1	-0.9
10:04	-1.3	-1.0	-0.9	-0.6	-0.5	16:04	-0.5	-1.0	-1.2	-1.0	-0.8
11:04	-0.8	-1.7	-1.4	-1.2	-1.0	17:04	-1.0	-2.2	-1.9	-1.7	-1.4

ただし、表中の値は、5頁の図-5(1)中No. 9地点の地中0.1~0.5mの温度を示す。

【凍 結 深 度】

凍結深計番号			凍結深計番号		
	凍結深 (mm)	融解深 (mm)		凍結深 (mm)	融解深 (mm)
91/1/11	596	0	92/2/26	666	0
2/27	593	0	2/27	666	0
3/1	597	0	2/29	666	0
			3/26	626	105
12/13	122	0	3/27	626	110

凍結深計番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
93/1/21	5220	5677	5122	5008	5227	5111	3622
1/22	5221	5666	5110	5008	5226	5112	3622
1/23	5222	5700	5100	5009	5233	5122	3622
3/2	6447	6334	6221	6119	6009	6009	4221
3/3	6448	6333	6222	6220	6009	6006	4222
3/5	6553	6332	6223	6220	6335	6005	4220

ただし、93年の値は、凍結深(mm)で融解はなかったので融解深(mm)0は省略した。
また、表中の凍結深計番号は、5頁の図-5(1)の位置を示す。

学 術 研 究 発 表 集 録

理 工 編

(平成4年4月1日～平成5年3月31日)

情報工学科

杉 岡 一 郎 伊 藤 寿 勝	エキスパートシステム構築ツールを利用した CAI 教材作成支援ツール	CAI 学会誌	Vol.9, No.3, pp.120-131 1992年9月
杉 丹 岡 一 郎 丹 望 治 辰 男 近 藤 月 俣 定 藤 間 郎 畑 中 聡 佐 藤 彦 山 村 紀 村 豊	パソコンによる気象衛星からの受信画像の処 理	TECHNO- OCEAN'92 第4回国際シンポジ ウム論文集	pp.713-718 1992年10月
島 田 一 洋 杉 岡 一 郎	UNIX システム高信頼化の一手法	電子情報通信学会論 文誌	Vol. J76-D-1 No. 1, pp.31-35 1993年1月
I. Sugioka T. Tanji S. Mochizuki H. Kondo S. Tohma M. Hatanaka K. Sato Y. Yamamura	PROCESSING OF IMAGE DATA RECEIVED FROM A NOAA WEATHER SATELLITE BY PERSONAL COMPUTER AND ITS APPLICA- TION TO THE UCHIURA BAY	Journal of Atmos- pheric Electricity	Vol.13, No.1 pp.59-63 Jan 1993
杉 岡 一 郎	CAI システム構築に有用なコンピュータ技術 の一考察	CAI 学会誌	Vol.10 No.1 pp.20-27 1993年3月
杉 丹 岡 一 郎 伊 庭 野 洋	ISDN 回線による地域分散ホスト連携データ ベースシステム	CAI 学会誌	Vol.10 No.1 pp.14-19 1993年3月
杉 丹 岡 一 郎 丹 望 治 辰 男 近 藤 月 俣 定 藤 間 郎 畑 中 聡 佐 藤 彦 山 村 紀 村 豊	パソコンによる NOAA 気象衛星画像の処理	大気電気研究	41号 pp.80-81 1992年10月
伊 庭 野 洋 谷 秀 一 杉 岡 一 郎	ISDN 回線 WAN による地域分散型データ ベースシステム	情報処理北海道シン ポジウム '92 講演論 文集	pp.63-66 1992年4月

山 豊 杉 郎 望 定 近 郎 藤 聡 畑 彦 佐 紀 丹 男	パソコンによる気象衛星からの受信画像の処理	第 1 回噴火湾談話会 研究発表会	1992年 5 月
村 一 岡 俣 月 雅 藤 孝 間 辰 中 俊 藤 彦 治 紀 村 豊	パソコンによる NOAA 気象衛星からの受信 画像の処理	第 47 回日本大気電 気学会研究発表会	1992年 7 月
杉 郎 丹 定 望 聡 近 彦 藤 紀 畑 豊 佐 山	有限要素法による円形テーパ導波管の 3 次元 電磁界解析	電気関係学会北海道 支部連合大会講演論 文集	1992年10月
大 西 孝 臣 黒 島 利 一 杉 岡 一郎			
Yukio KUMAGAI Joarder KAMRUZZA- MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Hiromitsu HIKITA	Artificial Cross Talk Reduction of Associative Memory	Proceedings of IEEE/INNS Interna- tional Joint Confer- ence on Neural Net- works, IJCNN'92, Baltimore USA	Vol.2 pp.153-159 June 1992
Masanori HAMAMTO (Sumitomo Met- al Industry Joar- der KAMRUZZA- MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI	Generalization Ability of Artifical Neural Network Using Fahlman and Lebiere's Learn- ing Algorithm	Proceedings of IEEE/INNS Interna- tional Joint Confer- ence on Neural Net- work, IJCNN'92, Baltimore, USA	Vol.1 pp.613-618 June 1992
Yukio KUMAGAI Joarder KAMRUZZA- MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yuzuru MARUYAMA Hiromitsu HIKITA	A Novel Architecture of High Order Associa- tive Memory with Reduced Cross Talk	Artificial Neural Networks 2, I. Alek- sander and J. Taylor (eds.) , Amsterdam: North-Holland, Else- vier Science Pub- lishers	Vol.1 pp.417-420 1992
Jorder KAMRUZZA- MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI Hiromitsu HIKITA	Study on Minimal Net Size, Convergence Behavior and Generalization Ability of Heter- ogeneous Backpropagation Network	Artificial Neural Networks 2, I. Alek- sander and J. Taylor (eds.) , Amsterdam : North-Holland, Else- vier Science Pub- lishers	Vol.1 pp.203-206 1992

Masanori HAMAMOTO (Sumitomo Metal Industry) Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI	A Study on Generalization Ability of Artificial Neural Network using Fahlman and Lebiere's Learning Algorithm	Artificial Neural Networks 2, I. Aleksander and J. Taylor (eds.), Amsterdam: North-Holland, Elsevier Science Publishers	Vol.2 pp.1067-1070 1992
Yukio KUMAGAI Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yuzuru MARUYAMA Hiromitsu HIKITA	Construction of High-Order Correlation Associative Memory with Novel Retrieval Cost Performance	Proceedings of IEEE 35th Midwest Symposium on Circuits and Systems, MWSCAS'92, Washington D. C., USA	Vol.1 pp.689-694 Aug 1992
Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI Hiromitsu HIKITA	On Minimal Size, Convergence Speed and Generalization Ability of Backpropagation Trained Heterogeneous Neural Net	Proceedings of IEEE 35th Midwest Symposium on Circuits and Systems, MWSCAS'92, Washington D. C., USA	Vol.2 pp.879-882 Aug 1992
Masanori HAMAMOTO (Sumitomo Metal Industry) Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI	Network Synthesis and Generalization Properties of Artificial Neural Net using Fahlman and Lebiere's Learning Algorithm	Proceedings of IEEE 35th Midwest Symposium on Circuits and Systems, MWSCAS'92, Washington D. C., USA	Vol.1 pp. 695-698 Aug 1992
Hitoshi ISHIWATARI (HIMAX Co. Ltd.) Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI	Novel Noise Filtering Ability of Heterogeneous Five Layered Neural Network Trained Identity Mapping using BP Algorithm	Proceedings of IEEE 35th Midwest Symposium on Circuits and Systems, MWSCAS'92, Washington D. C., USA	Vol.2 pp.875-878 Aug 1992

Masanori HAMAMOTO (Sumitomo Metal Industry) Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI Hiromitsu HIKITA	Generalization Ability of Artificial Neural Network using Fahlman and Lebiere's Learning Algorithm	IEICE Transactions of Fundamentals on Electronics, Communications and Computer Sciences, Japan	Vol.E75-A No.11 pp.1597-1601 Nov 1992
Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI Hiromitsu HIKITA	On Cascaded Artificial Neural Network Architecture	Proceedings of IEEE/INNS International Joint Conference on Neural Networks, IJCNN'92, Beijing, CHINA	Vol.1 pp.210-217 Nov 1992
Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI Hiromitsu HIKITA	A Cascaded Artificial Neural Network Architecture with Novel Robustness	Proceedings of International Conference on Communication Systems and International Symposium on Information Theory and Applications, ICCS/ISITA'92, Singapore	Vol.3 pp.1235-1239 Nov 1992
Masanori HAMAMOTO (Sumitomo Metal Industry) Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Yukio KUMAGAI Hiromitsu HIKITA	Incremental Learning and Generalization Ability of Artificial Neural Network Trained by using Fahlman and Lebiere's Learning Algorithm	IEICE Transaction of Fundamentals on Electronics, Communication and Computer Sciences, Japan	Vol.E76-A No.2 pp.242-247 Feb 1993
Yukio KUMAGAI Joarder KAMRUZZA-MAN (Bangladesh Univ. of Engg. & Tech.) Hiromitsu HIKITA	Further Cross Talk Reduction of Associative Memory and Exact Data Retrieval	Proceedings of IEEE International Conference on Neural Networks, FUZZ IEEE'93/ICNN'93, San Francisco, USA	Vol.3 pp.1371-1378 March 1993
永野宏治 新妻弘明 (東北大学)	地下き裂に沿って伝搬する境界波の計測	物理探査学会 第86回(平成4年度 春季) 学術講演会	1992.5月 19,20,21日

永新	野宏治 妻弘明 (東北大学)	地下き裂境界波の伝搬特性の計測	資源・素材学会 第2回地下き裂のキ ャラクタリゼーショ ンワークショップ	1992年 7月15,16日
永新	野宏治 妻弘明 (東北大学)	境界波の粒子運動解析による地下き裂の方向 推定	第25回計測自動制 御学会北海道支部学 術講演会	1993年 1月29,30日
広尤 佐藤	瀬公一 (三菱電機) 明慶 (焦作鉱業学院) 彦	上下盤との相互作用を考慮した自走支保の性 能評価	資源・素材学会誌	107巻7号 535-540 1992年
龔佐 浅井	藤放一 井秀明 彦	円周軌道切削における岩石の切削抵抗 —ディスクカッタによる岩石の切削に関する 研究(第一報)—	資源・素材学会誌	107巻7号 557-562 1992年
板佐	倉賢一 藤彦	アコースティック・トモグラフィ法による地下 亀裂進展の追跡	第2回地下き裂のキ ャラクタリゼーショ ンワークショップ/ 論文集	1992年 7月16日 125-129 (1992)
臼佐	谷友一 藤彦	デッドレコニングのための移動距離計測につ いて	第9回計測自動制御 学会北海道支部シン ポジウム	1992年 9月19日
佐皿 (資源環境技術 総合研究所) 木下 (同和鉱業)	藤一彦 田滋 田(資源環境技術 総合研究所) 博	採鉱機械の知能化の研究動向	資源・素材 '92 (札幌) 分科研究会資料 K 8	1992年 10月1日
Kenichi Itakura Kazuhiko Sato		Applicability of Acoustic Tomography Tehni- ques to Evaluate the Instability of Stressed Rock	Progress in Acoustic Emission VI	1992.10.28 439-446 (1992)
龔佐 浅井	藤放一 井秀明 彦	円周軌道切削における最適切条件および最 大切削抵抗 —ディスクカッタによる岩石の切削に関する 研究(第2報)—	資源・素材学会誌	107巻12号 849-854 1992年
龔佐 内藤	藤放一 海彦 彦	TBM ゲージカッタに作用する切削抵抗につ いて	第25回岩盤力学に 関するシンポジウム 講演論文集	25巻 301-305 1993年2月
龔佐 内藤	海放一 彦彦	TBM ゲージカッタの切削抵抗について	北海道応用地学合同 研究会論文集	4号 95-100 1993年2月
浅佐 龔	井秀明 藤彦 彦	TBM 用ディスクカッタの配列設計について	北海道応用地学合同 研究会論文集	4号 101-106 1993年2月
小佐 板	原雄一 藤彦 賢彦	坑道支保マニピュレータの衝突回避軌道計画	資源・素材学会 1993年春季大会	1993年 3月29日
櫛佐 板	引雅一 藤彦 賢彦	コンクリート吹付機のノズル軌道制御	資源・素材学会 1993年春季大会	1993年 3月29日
板佐 出	倉賢一 藤彦 口剛 (石炭技術研究所)	ボルト・セッティング・マシンの機械量計測 による地層検層システムの開発	資源・素材学会 1993年春季大会	1993年 3月29日

龔 放 鳴 佐 藤 彦 内 海 千 尋	TBM 用ゲージカッタの円周軌道切削実験	資源・素材学会 1993 年春季大会	1993年 3 月 29 日
畑 中 雅 彦 町 田 好 男 吉 田 (東芝) 片 田 忠 候 (東芝) (保健衛生大)	ルーチン T 2 強調 MR 画像からの脳表面構造描出法	日本医用画像工学会 雑誌 Med. Imag. Tech.	10, (2) pp.119-125 (1992)
畑 中 雅 彦 星 山 満 雄 (北大電科研) 西 辻 昭	気象レーダの新しい解析法による高さ毎の降水強度の推定(2)	第 15 回極域気水圏 シンポジウム プログラム・講演要 旨	1992,7,8 pp.104-105
星 山 満 雄 (北大電科研) 西 辻 昭 和 田 誠 (国立極地研)	気象レーダエコーを用いた降水強度の推定②	第 15 回極域気水圏 シンポジウム プログラム・講演要 旨	1992,7,8 p.106
Masashiko HATANAKA Masayuki HIKICHI Akira NISHITSUJI	A Basic Consideration for Remote Sensing using Microwave Radars on a Satellite	Proceedings of Conference for Pacific Ocean Environments & Probing	2, (F405), pp.721-726 (1992)
畑 中 雅 彦 楨 田 淳 一 (東芝)	医用画像システム実用ハンドブック 第 4 編 MRI	社団法人日本放射線 機器工業会編集 電子計測出版社発行	pp.86-145 (1992, 9,30)
町 田 好 男 (東芝) 市之瀬 伸 保 (東芝)	シフトデータを用いた最大値投影 MR アンギオグラフィ	日本磁気共鳴医学会 雑誌	12, (4), pp.183-192 (1992)
畑 中 雅 彦 喜 種 (東芝) 五 老 健 彦 (東芝) 八 田 純 一 (東芝)	エコー時間の異なる頭部 3 D サブトラクション MR アンギオグラフィ	日本医用画像工学会 雑誌 Med. Imag. Tech.	10, (4), pp.414-422 (1992)
町 田 好 男 (東芝) 喜 種 慎 一 (東芝) 市之瀬 伸 保 (東芝) 楨 田 淳 一 (東芝)	3 -D MR 画像からの頭部血管系の位置情報抽出について(1)	平成 4 年電気関係 学会北海道支部連合 大会講演論文集	1992,10,11 pp.331-332
畑 中 雅 彦 五 老 健 彦 (東芝)	気象レーダエコーを用いた降水強度の推定	平成 4 年電気関係学 会北海道支部連合 大会講演論文集	1992,10,10 p.136
佐々木 信 彦 西 中 辻 雅 昭			
星 山 満 雄 (北大電科研) 畑 中 雅 彦 引 地 辻 政 征 和 田 昭 誠 (国立極地研)			

沖島原小	井田野	広功	宣次弘一	ニューラルネットワークによる病理画像の領域分割	電子情報通信学会論文誌 D-11	J76-D-II, 815-817 (1993)
沖金原小	井木野	広功	宣明弘一	色抽出法による乳癌組織診断	第31回日本ME学会学術講演会	1992, 5, 4
沖島原小	井田野	広功	宣次弘一	ニューラルネットを用いた乳癌組織診断	日本ME学会北海道支部第5回ME研究会	1992, 4, 18
川島沖金原	原田井木	浩広則	徹次宣明弘	色分けによる病理画像の特徴抽出	化学工学室蘭大会	1992, 7, 25
坂井	宏	(共著)	光	河川・湖沼・水辺の水質浄化技術と環境保全	研修社	1993
坂井	宏	光		化学センサーの発展と水環境計測への応用(総説)	用水と廃水	34, (7) 551-561 (1992)
坂井	宏	光		電界効果型トランジスタを用いたバイオ化学センサーによる農薬類の計測	水環境学会誌	16, (3) 186-192 (1993)
Hiromitsu Sakai Noriaki Kaneki Hiroshi Hara				Determination of Chemicals Using Biosensor Based on ISFET.	The 4th International Meeting on Chemical Sensors, September 13-17, 1992, Tokyo, Japan	1992, 9, 14

電気電子工学科

松鈴笹	田木波	敏好直	彦夫樹	二材質分割ブラシの整流特性	炭素材料学会誌「炭素」	[No.151] 2~7 (1992)
鈴笹松山 (オーバック KK)	木波田口	好直敏光	夫樹彦彦	二材質成層ブラシの整流特性	炭素材料学会誌「炭素」	[No.151] 13~19 (1992)
守松	山田	貴敏	庸彦	パーソナル・コンピュータによる有限要素解析プリ/ポスト処理システム	室工大研報(理工編)	Vol.42 21~31 (1992)
松守昆鈴	田山田木	敏貴信好	彦庸生夫	小形交流整流子機の整流特性解析	電気学会回転機研究会資料	(RM-92-161) 97~109 (1992)
松守昆中鈴	田山田野木	敏貴信卓好	彦庸生充夫	磁界解析と回路解析を分離する整流特性シミュレーション法	電気学会回転機研究会	(RM-93-4) 27~35 (1993)

松 田 敏 彦	単相直巻整流子電動機の整流特性	平成 4 年電気関係学 会北海道支部連合大 会	1992.10.10 No.193
守 山 貴 庸 松 田 敏 彦	回転機有限要素解析のプリ / ポスト処理シス テム	平成 4 年電気関係学 会北海道支部連合大 会	1992.10.10 No.191
守 山 貴 庸 笹 波 直 樹 鈴 木 好 敏 彦 松 田 敏 彦	ユニバーサルモータの整流回路定数の計算	平成 4 年電気関係学 会北海道支部連合大 会	1992.10.10 No.194
守 山 貴 庸 昆 山 田 敏 彦 鈴 木 好 敏 彦	ユニバーサルモータの整流特性数値解析	平成 4 年電気関係学 会北海道支部連合大 会	1992.10.10 No.195
松 田 敏 彦 鈴 木 好 敏 彦	ブラシ—銅リングすり接触通電の温度効果	日本学術振興会 117 委員会資料	(No.117- D-56-1) 1 ~ 6 (1992)
梶 原 秀 一 橋 土 幸 男 松 田 敏 彦 (北大)	支点が鉛直に拘束された倒立振子の制御—動 的安定化—	計測自動制御学会北 海道支部学術講演会 論文集	1992. 1 ,29 No. A- 9
橋 本 幸 男 王 谷 武 士 土 谷 敏 彦 松 田 敏 彦	放物形分布定数系に対する離散時間制御の一 構成法	計測自動制御学会北 海道支部学術講演会 論文集	1992. 1 ,30 No. A-28
橋 本 幸 男 松 杉 田 岡 敏 彦 王 谷 武 士 (北大)	柔軟関節マニピュレータの軌道追従制御	計測自動制御学会北 海道支部主催シンポ ジウム論文集	1992. 9 ,19 No.10
橋 本 幸 男 土 谷 敏 彦 松 杉 田 岡 敏 彦	受動関節を含むリンク系の非線形制御	計測自動制御学会北 海道支部主催シンポ ジウム論文集	1992. 9 ,19 No.11
H. ITOH K. KAWAGUCHI Y. NAKAO and H. TAGASHIRA (Hokkaido Univ.)	Boltzmann equation analysis of electron swarm development in model gases with power-law elastic	J. Phys. Soc. Japan	1992 Vol.61 pp.524- 9
H. ITOH K. HASEGAWA K. SATOH Y. NAKAO, and H. TAGASHIRA (Hokkaido Univ.)	Process of decomposing NO ₂ by glow dis- charge	Proc. 10th Int. Conf. on Gas Discharges and Their Applica- tions (Swansea; UK)	1992 Vol.1 pp.448-51
H. ITOH Y. TAKEYAMA K. SATOH Y. NAKAO, and H. TAGASHIRA (Hokkaido Univ.)	Spectroscopic and Image Intensified investiga- tions of RF plasma in H ₂ and CH ₄ mixtures	Proc. 10th Int. Conf. on Gas Discharges and Their Applica- tions (Swansea; UK)	1992 Vol.2 pp.690-3

K. SATOH T. MATSUMURA H. ITOH Y. SAKAI (Hokkaido Univ.) and H. TAGASHIRA (Hokkaido Univ.)	Computer simulation study of correspondence between experimental electron drift velocities in SF ₆ gas	Proc. 10th Int. Conf. on Gas Discharges and Their Applications (Swansea; UK)	1992 Vol. 2 pp.852-5
伊松 佐中田 藤村 藤尾頭 秀俊 孝好博 範明 紀隆昭 (北大)	SF ₆ を含む混合ガスの絶縁耐力に関する相乗効果	電気学会論文誌 A	1993 Vol.113-A pp.91-97
伊武 佐中田 藤山 藤尾頭 秀保 孝好博 範人 紀隆昭 (北大)	画像処理法を用いたプロセッシングプラズマの分光診断	日本学術振興会プラズマ材料科学第153委員会第19回研究会資料	1993 pp.1-8
三佐 伊中田 木藤 藤尾頭 維孝 秀好博 康紀 範隆昭 (北大)	電離係数測定システムの構築	電気学会放電研究会	1992 ED-92-94
畑佐 伊酒田 口藤 藤井頭 雅孝 秀洋 人紀 範輔昭 (北大)	モンテカルロ法による電子移動速度に関する研究 ——一定衝突周波数モデルガス——	電気学会放電研究会	1992 ED-92-95
西松 佐伊中田 島村 藤藤尾頭 俊孝 秀好博 英明 紀範隆昭 (北大)	SH ₆ ガスの電子衝突断面積と輸送係数	電気学会放電研究会	1992 ED-92-96
松伊 佐伊中田 村達 藤藤尾頭 俊広 孝好博 明行 紀範隆昭 (北大)	多項近似解析によるCF ₄ ガスの電子衝突断面積に関する検討	電気学会放電研究会	1992 ED-92-97
武佐 伊中田 山藤 藤尾頭 保孝 秀好博 人紀 範隆昭 (北大)	CH ₄ : H ₂ 混合ガスプラズマの分光診断	電気学会放電研究会	1992 ED-92-106
長谷川 藤藤尾頭 和孝 秀好博 久紀 範隆昭 (北大)	分光法によるNO ₂ 解離過程の検討	電気学会放電研究会	1992 ED-92-107

武石佐伊中田	山井藤藤尾頭	保智孝秀好博(北大)	人幸紀範隆昭(北大)	画像処理を用いた低気圧グロー放電の観察	第 39 回応用物理学 関係連合講演会	1992 29pZS-14
松佐伊中田	村藤藤尾頭	俊孝孝秀好博(北大)	明紀範隆昭(北大)	弱電離気体プラズマの解析(II) SF ₆ の電子衝突断面積	電気学会全国大会	1992 No.86
松佐伊中田	村藤藤尾頭	俊孝孝秀好博(北大)	明紀範隆昭(北大)	弱電離気体プラズマの解析(III) CF ₄ ガスの 3 項近似解析	電気学会全国大会	1992 No.87
佐松伊酒田	藤村藤井頭	孝俊秀洋(北大)	紀明範輔昭(北大)	弱電離気体プラズマの解析(VI) 実験から得られる電子移動速度と理論電子移動速度との対応 SF ₆ ガス(2)	電気学会全国大会	1992 No.88
武石佐伊中田	山井藤藤尾頭	保智孝秀好博(北大)	人幸紀範隆昭(北大)	弱電離気体プラズマの解析(IV) 画像処理システムによるプラズマの発光検出	電気学会全国大会	1992 No.194
長谷守佐伊中田	川屋藤藤尾頭	和政孝秀好博(北大)	久明紀範隆昭(北大)	弱電離気体プラズマの解析(V) NO ₂ ガスの電気化学的処理に関する研究 (3)発光スペクトルの観察	電気学会全国大会	1992 No.195
武佐伊中田	山藤藤尾頭	保孝孝秀好博(北大)	人紀範隆昭(北大)	画像処理によるプラズマ分光診断	第 53 回応用物理学 会学術講演会	1992 18p-A-7
松伊佐伊中田	村達藤藤尾頭	俊広(北大)	明行(北大)	CF ₄ ガスの電子衝突断面積	日本物理学 秋の分 科会	1992 26a-E-6
長谷田佐伊中	川部藤藤尾	和貴孝秀好	久宏紀範隆	弱電離気体プラズマの解析(VI) NO ₂ ガスの電気化学的処理に関する研究 (4)発光スペクトルの観測Ⅱ	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992 No.51

松佐伊中	村藤藤尾	俊孝秀好	明紀範隆	弱電離気体プラズマの解析 (Ⅷ) CF ₄ ガスの電子衝突断面積	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992 No.52
西松佐伊中	島村藤藤尾	俊孝秀好	英明紀範隆	弱電離気体プラズマの解析 (Ⅸ) CH ₄ ガスの電子衝突断面積	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992 No.53
畑松佐伊中	口村藤藤尾	雅俊孝秀好	人明紀範隆	弱電離気体プラズマの解析 (Ⅹ) CF ₄ ガスのモンテカルロシミュレーション	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992 No.54
武佐伊中	山藤藤尾	保孝秀好	人紀範隆	弱電離気体プラズマの解析 (ⅩⅠ) 画像処理システムによる低気圧グロー放電の 診断	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992 No.55
佐松伊酒田	藤村藤井頭	孝俊秀洋(北大)	紀明範輔(昭博)(北大)	弱電離気体プラズマの解析 (ⅩⅡ) N ₂ ガス DC グロー放電のモンテカルシミュ レーション (1)	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992 No.56
三正佐伊中	木木藤藤尾	維俊孝秀好	康文紀範隆	高 E/p ₀ における H ₂ の電離係数	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992 B 4
長谷田佐伊中	川部藤藤尾	和貴孝秀好	久宏紀範隆	NO ₂ ガスの電気化学的処理に関する研究 (5) 発光スペクトルの観測Ⅲ	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992 B 5
松佐伊中	村藤藤尾	俊孝秀好	明紀範隆	CF ₄ ガスの電子衝突断面積 (1) 多項近似解析によるセットの決定	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992 B 7
畑菊佐伊中	口地藤藤尾	雅治孝秀好	人秀紀範隆	CF ₄ ガスの電子衝突断面積 (2) 振動励起衝突における非等方散乱の考慮	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992 B 8
西松佐伊中	島村藤藤尾	俊孝秀好	英明紀範隆	電子エネルギー分布関数のボルツマン方程式 解析 4 0. CH ₄ ガスの運動量移行断面積	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992 B 9
武池藤佐伊中	山田森藤藤尾	保康孝秀好	人誠彦紀範隆	プラズマ分光診断 3. RF グロー放電の分 光特性	第 28 回応用物理学 会北海道学術支部講 演会	1992 B10

武池藤佐伊中田	山田森藤藤尾頭	保康孝秀好博 (北大)	人誠彦紀範隆昭 (北大)	(H ₂ + CH ₄) RF プラズマの画像処理法による分光診断	第 40 回応用物理学 関係連合講演会	1993 29p-X-16
松菊佐伊中田	村地藤藤尾頭	俊治孝秀好博 (北大)	明秀紀範隆昭 (北大)	CF ₄ の電子衝突断面積	第 40 回応用物理学 関係連合講演会	1993 31a-W-2
長谷川部藤藤尾頭	和貴孝秀好博 (北大)	久宏紀範隆昭 (北大)		弱電離気体プラズマの解析 (X III) NO ₂ ガスの電気化学的処理に関する研究 (6) 分光法による解離過程の検討	電気学会全国大会	1993 No.204
武佐伊中田	山藤藤尾頭	保孝秀好博 (北大)	人紀範隆昭 (北大)	弱電離気体プラズマの解析 (X IV) H ₂ + CH ₄ プラズマの分光診断	電気学会全国大会	1993 No.206
松菊佐伊中田	村地藤藤尾頭	俊治孝秀好博 (北大)	明秀紀範隆昭 (北大)	弱電離気体プラズマの解析 (X V) CF ₄ ガスの電子衝突断面積と電子スオームバ ラメータ	電気学会全国大会	1993 No.234
佐伊酒田	藤藤井頭	孝秀洋 (北大)	紀範輔昭 (北大)	弱電離気体プラズマの解析 (X II) N ₂ ガス DC グロー放電のモンテカルロシ ミュレーション (1)	電気学会全国大会	1993 No.238
Y. Imai (九州工大)	K. Iizuka (トロント大)	M. Imai		OFDR Diagnostics by a Phanse Change Detec- tion	IEICE Trans. Com- mun.	E75-B, (4) 281-284 (1992)
M. Imai T. Yano (現(株)東芝)	K. Motoi (道工大)	A. Odajima (道工大)		Piezoelectrically Induced Optical Phase Mod- ulation of Light in Single-Mode Fibers	IEEE J. Quantum Electron.	28, (9) 1901-1908 (1992)
A. Odajima (道工大)	T. Teruuchi (道工大)	M. Arishiro (現 NHK)		Ultrasonic Attenuation and Velocity Disper- sion in VDF/TrFE Copolymers	Reports on Progress in Polymer Physics in Japan (RPPPJ)	35 311-314 (1992)
K. Motoi (道工大)	M. Imai					

M. Imai A. Odajima (道工大) K. Motoi (道工大)	How Metallic Electrodes Affect Phase Sensitivity of an All-Fiber Phase Modulator	Technical Digest of Fourth Optoelectronics Conference (OEC'92)	1992.74-75 15D2-5
今井正明 小田島晟 (道工大) 元井和司 (道工大)	高周波・高感度光ファイバ変調器の位相感度特性	電子情報通信学会技術研究報告	1992 25-29 EMD92-28
今井正明 小田島晟 (道工大) 元井和司 (道工大)	圧電高分子被覆 Nd ドープアクティブファイバの光位相変調特性	科研費・重点領域研究「超高速・超並列光エレクトロニクス」平成4年度総合シンポジウム講演論文集	2-S 195-198 (1992)
今井正明 小田島晟 (道工大) 小倉邦男 (古河電工)	圧電高分子被覆 Nd ドープファイバの位相感度特性とその応用	科研費・重点領域研究「超高速・超並列光エレクトロニクス」平成4年度第3回研究会講演資料集	2,(3) 67-70(1992)
今井正明 小田島晟 (道工大) 元井和司 (道工大)	光ファイバ型変調器の位相感度の電極膜厚及び高分子被覆層厚依存性	電子情報通信学会秋季全国大会	1992.9.30 C-292
佐藤信也 今井正明 元井和司 (道工大) 小田島晟 (道工大)	圧電性高分子被覆 Nd ドープファイバの位相変調周波数特性	電気関係学会北海道支部連合大会	1992.10.11 307
照内拓之 (道工大) 有城正彦 (現NHK) 元井和司 (道工大) 今井正明 小田島晟 (道工大)	高周波用・高感度光ファイバ位相変調器の設計(Ⅱ)	第28回応用物理学学会北海道支部学術講演会	1992.10.29 B-31
今井正明	機能性高分子被覆光ファイバとその応用	第770回東北大学電気通信研究所学術講演会	1993.1.26
佐藤信也 今井正明 小田島晟 (道工大) 元井和司 (道工大)	圧電性高分子被覆 Nd ドープファイバの光位相変調特性	第40回応用物理学関係連合講演会	1993.3.30 30a-ZL-8
小泉昭浩 上田勇治	Fe-Pb, Sn 多層膜の構造と磁性	日本金属学会春期大会	1992.4.2
Yuji UEDA Akihiro YAMADA (苫小牧高専)	Electrical Properties of Fe-Based Alloy Films Deposited by Electrochemical Method	The First West Pacific Electrochemistry Symposium	1992.5.24
池田正二 上田勇治	Fe-Si-B 系合金の透磁率に及ぼす微結晶組織の影響	電気関係学会北海道支部連合大会講演論文集	1992.10.11

小武上	泉笠田	昭幸一 (北海道大)	浩一治	Fe-Pb, Sn, Cr 多層膜の層構造と電氣的及び磁氣的性質	電気関係学会北海道支部連合大会講演論文集	1992.10.11
高山上	倉田	昭弥 (苫小牧高専)	亘弥治	電着 Fe 基合金薄膜の構造の変化と磁氣的及び電氣的性質	電気関係学会北海道支部連合大会講演論文集	1992.10.11
池上	田正	二治		Fe-B-Si 系非晶質合金の軟磁気特性に及ぼす微結晶組織と磁気異方性	第 28 回応用物理学会北海道支部学術講演会	1992.10.28
小山上	泉田	昭勇	浩治	蒸着法による Fe 系強磁性多層膜の作製と磁気特性	第 28 回応用物理学会北海道支部学術講演会	1992.10.28
池上	田正	二治		液体急冷及びメカニカルアロイング法による Fe-B-Si 合金の微結晶組織と磁気特性	日本金属学会北海道支部秋期講演大会	1992.11.27
小武上	泉笠田	昭幸一 (北海道大)	浩一治	Fe 系強磁性多層膜における電気抵抗の温度依存性	日本金属学会北海道支部秋期講演大会	1992.11.27
高山上	倉田	昭弥 (苫小牧高専)	亘弥治	電着 Fe-(Mo, W) 合金膜の非晶質化と磁気特性	日本金属学会北海道支部秋期講演大会	1992.11.27
榎川上	戸ケミコ (日本超越)	茂生		Ta 電極のアノード特性と発光現象	第 19 回電気化学協会北海道支部研究発表会	1993.1.21
山菊上	田昭 (苫小牧高専)	弥哉		電着法による非固溶型非平衡 Fe-(Cu, Pb) 合金薄膜の作製	第 19 回電気化学協会北海道支部研究発表会	1993.1.21
高山上	倉田	昭弥 (苫小牧高専)	亘弥治	電着法による固溶型 Fe-(MO, W) 合金薄膜の作製と構造	第 19 回電気化学協会北海道支部研究発表会	1993.1.21
Yuji UEDA Akihiro KOIZUMI Koichi MUKASA (北海道大)				Structure and Magnetic Properties of Fe/Pb Multilayered Thin Films	The First International Symposium on Metallic Multilayers	1993.3.2
Yuji UEDA Koji MASTUURA Soji IKEDA				Magnetic property and Structural Changes in Fe/Cu Multilayered Films by Heat Treatment	The First International Symposium on Metallic Multilayers	1993.3.2
高上	倉田	亘勇	治	電着法による Fe 基合金 (Fe-Pb, W) 薄膜の作製とその構造	日本金属学会春期大会	1993.3.31
池南上	田正和 (住友 3M)	二彦	治	熱処理による非晶質 $\text{Fe}_{74}\text{Cu}_{11}\text{Nb}_3\text{Si}_x\text{B}_{22-x}$ ($x = 0-18$) 合金の α -Fe 析出とその構造	日本金属学会春期大会	1993.3.31

Hiroshi TAZAWA Yukio HASHIMOTO Shin-ichi NAKAZAWA G. Causey WHITTOW (ハワイ大学)	Metabolic responses of chicken embryos and hatchlings to altered O ₂ environments.	Respiration Physiology	88 37-50 (1992)
Hiroshi TAZAWA Yukio HASHIMOTO Katsuhiko DOI (山形大学)	Blood pressure and heart rate of chick embryo (<i>Gallus domesticus</i>) within the egg: Responses to autonomic drugs.	Comparative Physiology	11 86-96 (1992)
Hiroshi TAZAWA Satoshi YAMAGUCHI Masatoshi YAMADA Katsuhiko DOI (山形大学)	Embryonic heart rate of the domestic fowl (<i>Gallus domesticus</i>) in a quasiequilibrium state of altered ambient temperatures.	Comparative Biochemistry and Physiology	101A 103-108 (1992)
Hiroshi TAZAWA Masayuki TAKAMI Kenji KOBAYASHI (拓殖大学) Junji HASEGAWA (拓殖大学) Amos AR (テルアビブ大学)	Non-invasive determination of heart rate in newly hatched chicks.	British Poultry Science	33 1111-1118 (1992)
Hiroshi TAZAWA Hiroshi ONO Wataru WATANABE	Tolerance of developing avian embryos to variations of ambient temperature-Noninvasive assessment.	International Joint Meeting of the SEB, APS, ASZ and CSZ (Cambridge, England)	1992.8.11
Hiroshi TAZAWA Wataru WATANABE Hiroshi ONO	Simple, noninvasive techniques to measure embryonic heart rate of birds.	International Symposium on Current Trends in Avian Egg Biology (Cambridge)	1992.8.12
Hiroshi TAZAWA Wataru WATANABE Hiroshi ONO	Noninvasive long-term determination of embryonic heart rate in birds.	International Symposium on Respiration in Health and Disease: Lessons from Comparative Physiology. (Bochum, Germany)	1992.8 16-20
Hiroshi TAZAWA Yukio HASHIMOTO Masayuki TAKAMI Yasuyuki YUFU G. Causey WHITTOW (ハワイ大学)	Simple, noninvasive system for measuring the heart rate of avian embryos and hatchlings by means of piezoelectric film.	Medical & Biological Engineering & Computing	31 129-134 (1992)

Iwata SAKAGAMI	Frequency domain behaviour of Coupled-Line digital frequency multipliers	IEE Proceedings-H	Vol.139 No.3 pp.271-277 (1992)
鍛冶 治 明 宏 坂 上 岩 太	行列を用いた分岐伝送回路網の伝達関数の導出	電子情報通信学会論文誌	Vol.J75-A No.10 pp.1609-1612 (1992)
Iwata SAKAGAMI Akihiro KAJI	On the realization of resistively matched three-ports and the ramp-waveform responses of resistive, signalsplit three-port transmission-line networks	IEEE Transactions on MTT	Vol.41 No.2 Feb.1993 (採録)
宗坂 広 孝 継 坂 上 岩 太 西 辻 博 昭 中 溝 (電源開発)	津軽海峡洋上マイクロ波通信回線におけるフェージングの影響	電子情報通信学会技術研究報告	A・P92-29. EMCJ92-12 pp.1-8 (1992年5月)
坂千 上 岩 太 羽 野 孝 聡 (道工大)	反射と透過波形による非対称結合線路の分布キャパシタンスの算出	電子情報通信学会秋期大会	C-88,1992
坂千 上 岩 太 羽 野 孝 聡 (道工大)	反射 / 透過時間波形による 2 導体線路定数の検討	電子情報通信学会技術研究報告	EMCJ92-46 MW92-86 pp.29-36 (1992年10月)
松坂 浦 勇 二 斉 口 善 威 西 藤 辻 夫 昭	Langmuir 探針回路系におけるプラズマインピーダンスと電子エネルギー分布関数測定に対する影響	電気学会論文誌 A	Vol.112-A No.4 p.259-268 (1992)
松坂 浦 勇 二 新東 口 賢 威 水西 戸 賢 希 新松 田 勇 二 坂東 戸 賢 太 水西 戸 賢 司 新松 田 勇 希 坂東 戸 賢 太 水西 戸 賢 司	電子エネルギー分布関数の相違が電子スオームパラメータに及ぼす影響	電気学会研究会資料 放電研究会	ED-92-102 1992.8.4
新松 田 勇 希 坂東 戸 賢 太 水西 戸 賢 司	拡散方程式を用いた He-Ne 陽光柱の解析	電気学会研究会資料 放電研究会	ED-92-104 1992.8.4
水東 戸 賢 司 新松 田 勇 希 坂東 戸 賢 太 水西 戸 賢 司	Ar の励起断面積と電子エネルギー分布関数	電気関係学会北海道 支部連合大会講演論 文集	1992.10.10
東水 戸 賢 司 新松 田 勇 希 坂東 戸 賢 太 水西 戸 賢 司	電子エネルギー分布関数測定値からの電子スオームパラメータの検討	電気関係学会北海道 支部連合大会講演論 文集	1992.10.10

松坂山 新西	浦口岸藤 (三田)	勇善電機	二威泰夫 (希昭)	アドミタンス法によるグロー放電陽光柱内の 電子エネルギー分布関数の測定	電気学会論文誌 A	Vol.113-A No.1 p.8-16 (1993)
新松坂	田浦口	勇	希二威	He-Ne 混合ガスグロー放電陽光柱の電界— 電流特性の解析	電気学会研究会資料 放電、誘電・絶縁材 料合同研究会	ED-93-11 DEI-93-11 1993.1.21
水松坂 新西	戸浦口田	賢勇	司二威希昭	累積電離等を考慮した電子エネルギー分布関 数の計算値と実測値の比較	電気学会研究会資料 放電、誘電・絶縁材 料合同研究会	ED-93-12 DEI-93-12 1993.1.21
東松坂 新西	浦口田	勇	太二威希昭	アドミタンス法による電子エネルギー分布関 数の測定(Ⅱ)	電気学会研究会資料 放電、誘電・絶縁材 料合同研究会	ED-93-13 DEI-93-13 1993.1.21
宮永	滋己			可飽和色素による位相共役波の発生効率—実 験との比較	光学連合シンポジウ ム 京都 '92	1992年 9 月
宋坂橋 青	本本木	北(雄幸由) (北大)	冬(児直) (北大)	ファジィ適応則を用いたロボットマニピュレ ータの起動追従制御	日本ファジィ学会誌	4, 2 369-378 (1992)
坂青	本木	雄由 (北大)	児直 (北大)	小数のアンテナアレイを用いた前方監視レー ダの像再生法	電子情報通信学会技 術報告書	SANE92-24 92.202 11-16(1992)
三棚 坂青	橋本木	龍(真雄由) (北大)	一(児直) (北大)	雪中レーダのシステム構築に関する考察	電子情報通信学会技 術報告書	SANE92-25 92.202 17-22(1992)
劉三 坂青	橋本木	(龍雄由) (北大)	輝(一児直) (北大)	人工衛星リモートセンシング画像の会話的な 復元法	電子情報通信学会技 術報告書	SANE92-30 92.202 53-58(1992)
棚坂川 山青	橋本嶋 本木	(真雄俊克) (北大)	真(児夫之直) (北大)	通信衛星による知的手話画像における時間遅 延の緩和法の検討	電子情報通信学会技 術報告書	SANE92-33 92.202 73-76(1992)
Y. Sakamoto Y. Aoki (北大)				Car-borne imaging radar system	1992 International symposium on anten- nas and propaga- tion	3, 3D2-5 849-852 (1992)

L. Hui (北大) Y. Sakamoto Y. Aoki (北大)	Remote Sensing Satellite Image Data Restoration Processing without MTF	1992 International symposium on antennas and propagation	3, 3D2-6 853-856 (1992)
A. Otsuka (北大) Y. Sakamoto Y. Aoki (北大)	A Two-Dimensional Histogram of Pixel Value and The Magnitude of Gradient	The 5th Sino-Japanese International Conference on Computer Applications,	1992 17-24
棚 橋 真 (北大) 坂 本 雄 児 川 嶋 俊 夫 (北大) 山 本 克 之 (北大) 青 木 由 直 (北大)	知的手話画像伝送における動画作成についての考察	1992 電子情報通信学会秋季大会	1, A-151 (1992)
五十嵐 政 志 (北大) 坂 本 雄 児 青 木 由 直 (北大)	ホログラム面における平面からの複素振幅分布の計算法	1992 電子情報通信学会秋季大会	6, D-227 (1992)
板 田 吉 勝 (北大) 坂 本 雄 児 青 木 由 直 (北大)	寄与率を用いた差分ボリュームレンタリング法	1992 電子情報通信学会秋季大会	6, D-252 (1992)
坂 本 雄 児 青 木 由 直 (北大)	合成開口法を用いた前方監視レーダ	平成 4 年電気関係学会北海道支部連合大会	137, (1992)
棚 橋 真 (北大) 坂 本 雄 児 川 嶋 俊 夫 (北大) 山 本 克 之 (北大) 青 木 由 直 (北大)	知的手話画像における動画像表示法の改善	平成 4 年電気関係学会北海道支部連合大会	26, (1992)
青 木 由 直 (北大) 三 橋 龍 一 (北大) 棚 橋 真 (北大) 坂 本 雄 児	通信衛星を利用した三次元画像伝送の研究—ホログラムデータ伝送—	平成 4 年電気関係学会北海道支部連合大会	27, (1992)
初 田 健 (道工大) 井 上 英 樹 (道工大) 大 山 幸 典 (道工大) 加 藤 寿 郎 (道工大) 木 津 宣 之 (道工大) 青 木 由 直 (北大) 坂 本 雄 児	北海道統合通信網の JCSAT 2 号衛星を用いた降雨減衰量の測定	平成 4 年電気関係学会北海道支部連合大会	44, (1992)

初田健 (道工大)	北海道統合通信網のJCSAT衛星を用いたSD特性の検討	平成4年電気関係学会北海道支部連合大会	45, (1992)
加藤寿郎 (道工大)			
井上英樹 (道工大)			
大山幸典 (道工大)			
木津宣之 (道工大)			
青木由直 (北大)			
坂本雄児			
大塚晃央 (北大)	勾配の大きさを用いたCT画像のクラスタリング	平成4年電気関係学会北海道支部連合大会	382, (1992)
坂本雄由 (北大)			
三橋龍一 (北大)			
棚橋真 (北大)	雪中レーダのデータ伝送の誤りに関する考察	平成4年電気関係学会北海道支部連合大会	396, (1992)
坂本雄由 (北大)			
五十嵐政志 (北大)	拡散平面物体からのホログラム面における複素振幅について	平成4年電気関係学会北海道支部連合大会	397, (1992)
坂本雄由 (北大)			
板田吉勝 (北大)	ポリウムレンダリング法におけるアンティエリアシングに関する研究	平成4年電気関係学会北海道支部連合大会	416, (1992)
坂本雄由 (北大)			
板田吉勝 (北大)	ソリッドモデルによる外部拡張条件を用いた3次元領域拡張法	電子情報通信学会技術報告書	MBE92-105 25-32 (1993)
坂本雄由 (北大)			
坂本雄児 (北大)	勾配を用いた2次元ヒストグラムによる3次元画像の分類法	1993 電子情報通信学会春季大会	D-470 (1993)
青木由直 (北大)			
安達洋	マイクロバキュームエレクトロニクス	北海道核融合研究者会議第5回研究報告書	p.171 1993
H. ADACHI H. NAKANE	Fabrication of Fine Needle by Use of Electron Beam Asisted Decomposition	Proceedings of the Third Symposium on Beam Engineering of Advanced Material Syntheses	p.477, 1992
安達洋	真空をつくる技術	真空技術サマースクールテキスト(日本真空協会)	pp.45-75 1992
佐藤英樹 中根英 安達洋	電子線照射による金属表面からの脱ガス特性	第53回応用物理学学会学術講演会	1992年3月

寺中安	岡根達英	努章洋	集束ビーム用ガスイオン源	真空	第35巻 第10号 p.823 1992
安達		洋	センサ・機能材料の先端技術動向 最近のトピックス	電気学会技術報告	第461号 p.42, 1993.
安達		洋	マイクロアクチュエータ	平成4年電気学会電子情報システム部門大会	S-9, 1993
安中	達根英	洋章	電子線分解法による微小針の製作	第3回粒子線の先端的应用技術に関するシンポジウム	F-1, 1992
H. NAKANE H. WADA H. ADACHI			Magnetic Sensors using Doped Oxide Superconductors	The 7th International Conference on Solid State Sensors and Actuators (Transducer '93)	D12-04 1993
H. ADACHI H. NAKANE			Fabrication of Fine Needle by Use of Electron Beam Asisted Decomposition	Proceedings of the Third Symposium on Beam Engineering of Advanced Material Syntheses	p.477, 1992
佐中安	藤根達英	樹章洋	電子線照射による金属表面からの脱ガス特性	第53回応用物理学学会学術講演会	1992年3月
寺中安	岡根達英	努章洋	集束ビーム用ガスイオン源	真空	第35巻 第10号 p.823 1992
安中	達根英	洋章	電子線による微小針の製作	第3回粒子線の先端的应用技術に関するシンポジウム	F-1 1992
H. NAKANE H. WADA H. ADACHI			Magnetic Sensors using Doped Oxide Superconductors	The 7th International Conference on Solid State Sensors and Actuators (Transducer '93)	D12-04 1993.

材料物性工学科

K. TSUTSUMI H. SUZUKI T. AOCHI S. NAGATA	Superconductivity in 2H-Tas_2	Proc. Int. Workshop on Electronic Properties and Mechanisms of High Tc Superconductors, (Elsevier Science Publishers)	1992 p.319-322
Y. SEKI T. HAGINO S. TAKAYANA-GI S. NAGATA	Electrical and Thermal Properties in Thiospinel CuV_2S_4	J. Phys. Soc. Jpn.	61 (1992) 7 2597-2598
T. BITOH T. HAGINO Y. SEKI S. CHIKAZAWA S. NAGATA	Superconductivity in Thiospinel CuRh_2S_4	J. Phys. Soc. Jpn.	61 (1992) 8 3011-3012

S. NAGATA T. AOCHI T. ABE S. EBISU T. HAGINO Y. SEKI K. TSUTSUMI	Superconductivity in the Layered Compound 2 H-Tas ₂	J. Phys. Chem. Solids	53(1992)10 1259-1263
T. SHIRANE T. HAGINO Y. SEKI T. BITOH S. CHIKAZAWA S. NAGATA	Superconductivity in Selenospinel CuRh ₂ Se ₄	J. Phys. Soc. Jpn.	62(1993) 1 374-375
下野功 (函館道工大) 濱口由和 小西哉 (信州大) 永田正一	クエン酸塩法による Bi 系 2223 相の合成	電子情報通信学会信 学技報 Vol.92 (1992)	1992年 4月16日 SCE92-14 No.2, P.1-7
関萩善隆 萩埜貴継 永埜正一 高柳正滋 (北海道教育大) 和田信雄 (東大教養) 毛利信男 (東大物性研)	CuV ₂ S ₄ の電氣的・熱的性質	日本物理学会東京大 学教養学部 予稿集 No.3, p.379 (27p-PS-10)	1992年 9月27日
萩関埜貴隆 尾藤善夫 近澤輝 永和正 毛田信雄 (東大教養) (東大物性研)	CuRh ₂ S ₄ および CuRh ₂ Se ₄ の超伝導	日本物理学会東京大 学教養学部 予稿集 No.3, p.380 (27p-PS-11)	1992年 9月27日
永萩田正一 関埜貴善隆	カルコゲナイドスピネル系の超伝導	日本物理学会東京大 学教養学部 予稿集 No.3, p.403 (28a-P-1)	1992年 9月28日
尾藤輝夫 大場一 高松正 近澤正 永田正 進之樹 尾松正 藤田正 夫之樹 進一	非線形磁化率による Cu 中の Co 微粒子の磁 性に関する研究	日本物理学会東京大 学教養学部 予稿集 No.3, p.11 (25p-M-5)	1992年 9月25日
近大澤進 高場一 尾松正 尾藤正 夫之樹 進一	超常磁性微粒子集合体の磁性	日本物理学会東京大 学教養学部 予稿集 No.3, p.119 (26a-PS-39)	1992年 9月26日
下野功 (函館道工大) 濱口由和 小西哉 (信州大)	Bi 系 2223 相の生成機構(1)	第 53 回応用物理学 会関西大学 予稿集 No.1 p.138 (18a-F-4)	1992年 9月18日

下野功 (函館道工試)和一哉 濱永小田西 (信州大)	Bi 系酸化物超伝導体の生成過程における部分溶融温度直下での平衡共存相	第 28 回応用物理学 会北海道支部 旭川 市 講演予稿集 p.46 A40	1992年 10月29日
永阿寺石堤 田部島原 正進一剛一裕 (金沢大) 喜登美 (金沢大)	層状化合物 NbTe ₂ および 2 H-TaS ₂ の超伝導	日本物理学会東北大 学教養学部 予稿集 No.3 p.352 (30p-PSB-B71)	1993年 3月30日
尾大高近永 藤場松澤田 輝一正正 夫之樹進一	非線形磁化率による Cu 中の Co 微粒子の磁性に関する研究Ⅱ	日本物理学会東北大 学教養学部 予稿集 No.3 p.87 (31p-PSA-43)	1993年 3月31日
近大高尾永 澤場松橋藤田 一正玲輝正 進之樹児夫一	超常磁性微粒子集合体の磁性Ⅱ	日本物理学会東北大 学教養学部 予稿集 No.3 p.87 (31p-PSA-44)	1993年 3月31日
Chikara Egami Kazuo Nakagawa Hirofumi Fujiwara	Efficient optical phase conjugation in methyl-orange-doped polyvinyl alcohol film	Japanese Journal of Applied Physics	31 2937-3940 (1992)
藤中 原 裕 文夫 川 一 夫	光位相共役材料	高分子	41,642-645 (1992)
河野克典 中川一裕夫 藤原裕文	可飽和色素を用いた位相共役波発生における熱格子の関与	第 53 回応用物理学 学術講演会	1992.9.17.
武藤田知明文 原 裕	アゾ系色素含有膜による空間光変調素子(2)	第 53 回応用物理学 学術講演会	1992.9.17
河野克典 中川一裕夫 藤原裕文	キサンテン系色素含有高分子膜による位相共役波の位相変動	光学連合シンポジウ ム京都 '92	1992.9.19
武藤田知明文 原 裕	アゾ系色素膜による 2 画像光演算	光学連合シンポジウ ム京都 '92	1992.9.19
中川一夫 藤原裕文	キサンテン系およびアゾ系色素含有高分子膜における位相共役波発生の比較	第 41 回高分子討論 会	1992.9
Tomoaki Kazuo Nakagawa Hirofumi Fujiwara	A spatial light modulator by using a methyl-red doped polyvinyl alcohol film	Third OITDA inter- national forum on New aspects of non- linear optics and optical processing	1993.3.12
Katsunori Kawano Kazuo Nakagawa Hirofumi Fujiwara	Phase fluctuation of phase-conjugate wave generated by erythrosin-B-doped polymer films	Third OITDA inter- national forum on New aspects of non- linear optics and optical processing	1993.3.12

藤中藤	本川原	明一裕	博文	ウランおよびアクリジンオレンジによる位相共役波の波長依存性	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992.10.29
佐藤	藤原	秀裕	樹文	飽和吸収による 2 光波混合の実験的研究	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992.10.29
高中藤	橋川原	誠一裕	哉夫文	メチルオレンジ含有 PVA 膜の光誘起異方性 におよぼす温度・湿度の影響	第 28 回応用物理学 会北海道支部学術講 演会	1992.10.29
R. Kawashima M. Hattori				Observation of Electric Properties of Neodymium Nitrate Crystal by Successive Measurements of AC Conductivity.	J. Phys. Soc. Jpn.	61 (4) (1992) 1427,1428
川 島 利 器				硝酸希土類結晶における複雑現象	京都大学基礎物理学 研究所研究会”複雑 系	92/6/8/,9
川笹磯	島木田	利尊広	器瑞史	硝酸ヨウロピウム結晶における A C 伝導率の 温度及び周波数依存性	日本物理学会 (東大 駒場)	92/9/28
磯川	田島	広利	史器	硝酸ガドリニウム結晶の不安定領域におけ る A C 伝導率の温度及び周波数依存性の測定	日本物理学会 (東大 駒場)	92/9/28
西磯川	村田島	重広利	樹史器	硝酸サマリウム結晶における A C 伝導率の時 系列解析	応用物理学会北海道 支部会第 28 回	1992/10/28
斎磯川	藤田島	栄広利	亮史器	硝酸ランタン結晶の電気的性質	応用物理学会北海道 支部会第 28 回	1992/10/28
那須川	川田島	広利	悟史器	硝酸テルビウムの結晶育成と電気的測定	応用物理学会北海道 支部会第 28 回	1992/10/28
川 島 利 器				硝酸希土類結晶における複雑な現象	物性研究	59(3) (1992) 300,309
Riki Kawashima Shigeki Nisimura and Hiroshi Isoda				Study on nonlinear and nonequilibrium phenomena of samarium nitrate crystal by measuring time series of ac conductivities.	Physica	B183 (1993) 135, 144.
川西磯	島村田	利重広	器樹史	硝酸希土類結晶の疑似安定・安定相転移にお ける時系列	日本物理学会 (東北 大学)	93/ 3 /29
平竹片	井村山	伸信	治也博	AIN の温水による水和反応	日本金属学会 1992 年春季大会	1992. 4 . 2
平村佐々	井中木山	伸和	治稔人博	Al ₂ O ₃ ・SiO ₂ ・Mg 系粉末バック法により銅 材表面への低 Al、Si 合金層の形成	日本金属学会 1992 年春季大会	1992. 4 . 2
平片鎌	井山田	伸隆	治博吉	AIN の水和反応に及ぼす温度の影響	日本鉄鋼協会・日本 金属学会両北海道支 部講演大会	1992. 6 .18
細平片	川井山	和伸	孝治博	Ti ₂ O ₃ のボロン / 炭素熱還元による TiB ₂ の 生成反応	日本鉄鋼協会・日本 金属学会両北海道支 部講演大会	1992. 6 .18
土片平	江山井	雅伸	彦博治	溶融 Mg-Cu 合金中への金属銅円柱の溶解速 度	日本鉄鋼協会・日本 金属学会両北海道支 部講演大会	1992. 6 .19

嶋佐網協 (株)日本製鋼所 兜森俊樹 (株)日本製鋼所	影藤谷坂 (株)日本製鋼所	和忠健裕 (株)日本製鋼所	宜夫児一 樹	溶融塩電解および電子ビーム溶解による粗ニ オブの高純度化	日本金属学会平成 4 年度春期講演会	1992. 4 . 1
嶋佐初	影藤野	和忠圭一	宜夫一郎	LiF-REF ₃ (RE : La, Nd) 2 成分系溶融塩中 における金属 La および金属 Nd の溶解挙動	電気化学	60, No.5 426-433 (1992)
佐戸嶋作 (北海道工業試験所) 高野明 (北海道工業試験所) 高橋徹 (北海道工業試験所) 富田恵一 (北海道工業試験所)	藤田影田 (北海道工業試験所) 野明 (北海道工業試験所) 高橋徹 (北海道工業試験所) 富田恵一 (北海道工業試験所)	忠茂和庸 徹	夫雄宜一 富 徹	溶融塩電解法による粗金属ニオブの高純度化	日本鉄鋼協会・日本 金属学会北海道支部 合同平成 4 年度春季 講演会	1992. 6 .18
嶋佐網協 (株)日本製鋼所 兜森俊樹 (株)日本製鋼所	影藤谷坂 (株)日本製鋼所	和忠健裕 (株)日本製鋼所	宜夫児一 樹	電子ビーム溶解法による粗金属ニオブの高純 度化	日本鉄鋼協会・日本 金属学会北海道支部 合同平成 4 年度春季 講演会	1992. 6 .18
高佐嶋	橋藤影	千一郎 夫宜	一郎夫宜	反応性イオンプレーティングによるハフニウ ムホウ化物皮膜の生成	1992 年電気化学秋 季講演会	1992. 9 .24
周佐嶋三高	藤影上橋	伝忠和博 千一郎	久夫宜史郎	CVD 法によるバナジウムホウ化物皮膜の合 成	平成 4 年度資源・素 材学会秋季講演会	1992. 9 .30
後佐嶋	藤藤影	忠和	修夫宜	LiF-NdF ₃ および LiF-NdF ₃ 2 成分系溶融塩中 における金属 Nd および Pr の溶解挙動	第 24 回溶融塩化学 討論会	1992.11. 9
本佐嶋西 (新日本製鐵株式会社) 安沢典男 (新日本製鐵株式会社)	居藤影田 (新日本製鐵株式会社) 沢典男 (新日本製鐵株式会社)	徹忠和 典男	也夫宜朗男	リン酸亜鉛皮膜処理の高速化	日本鉄鋼協会、日本 金属学会北海道支部 合同平成 4 年度秋季 講演会	1992.11.27
三佐嶋蟹 子 (新日本製鐵株式会社) (新日本製鐵株式会社)	田村藤影澤 (新日本製鐵株式会社) 安善善 (新日本製鐵株式会社)	忠和英 善	篤夫宜雄朗 朗	浸炭鋼のホウ化处理	日本鉄鋼協会・日本 金属学会北海道支部 合同平成 4 年度秋季 講演会	1992.11.27
三周高佐嶋	上橋藤影	博伝千一 忠和	史久郎夫宜	CVD 法による軟鋼板上への VB ₂ 皮膜の生成	資源・素材学会誌	108 No11 808-811 (1992)
佐宮嶋	藤川影	忠俊和	夫二宜	メカニカルアロイング粉末の HIP 焼結によ り作製した TiAl/TiB ₂ 複合材料の組織と硬 度	日本金属学会誌	56 No11 1336-1342 (1992)

佐藤忠夫 金嶋影和	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiB}_2$ 複合材料の HIP 焼結	第 31 回セラミックス基礎科学討論会	1993. 1 .28
嶋影和 佐藤忠夫 石田次郎	希土類フッ化物のカルシウム還元	資源・素材学会平成 5 年度講演会	1993. 3 .30
嶋影和 宜	金属熱還元法によるレア・アース酸化物 (Tm_2O_3 および Yb_2O_3) の還元反応機構	科学研究費研究成果報告書	1993. 3 .31
Chihiro SEKINE Toru YOSHIDA Shigeyuki MURAYAMA Kensuke HOSHI Toshiro SAKA- KIBARA (北海道大)	Effect of the Transition Metal Substitution on the Metamagnetic Property in CeRu_2Si_2	International Conference on Strongly Correlated Electron Systems	1992. 9 . 9
Shigeyuki MURAYAMA Chihiro SEKINE Hideaki TAKANO Kensuke HOSHI Kusuo NISHIYAMA (東京大) Kanetada NAGAMINE (東京大)	μ SR Study of $\text{Ce}(\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x)_2\text{Si}_2$ Heavy Electron System	International Conference on Strongly Correlated Electron Systems	1992. 9 . 8
Yûichi TAZUKE (北海道大) Ryou NAKA- BAYASHI (北海道大) Shigeyuki MURAYAMA (北海道大) Tsuneaki GOTO (東京大)	Magnetism of R_2Ni_7 and RNi_3 ($\text{R} = \text{Y, La, Ce}$)	International Conference on Strongly Correlated Electron Systems	1992. 9 .10
Kenji FUJIWARA (北海道大) Ken-ichi KUMAGAI (北海道大) Chihiro SEKINE Shigeyuki MURAYAMA	NMR Study of the Magnetism in the $\text{Ce}(\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x)_2\text{Si}_2$ System	International Conference on Strongly Correlated Electron Systems	1992. 9 . 9
森田祐二 村山茂幸 保志賢介 小尾俊久 (東北大)	アモルファス合金 $\text{Hf}_{1-x}\text{Ta}_x\text{Fe}_2$ の熱膨張	日本物理学会 1992 年秋の分科会	1992. 9 .26

滝村保小 Xin LI (アムステルダム大) Frank R. DE BOER (アムステルダム大)	アモルファス合金 $Hf_{1-x}Ta_xFe_2$ の磁気抵抗	日本物理学会 1992 年秋の分科会	1992. 9 .26
関吉村保樹 根田山志原 ちひろ理幸介郎 (北海道大)	$CeRu_2Si_2$ のメタ磁性に及ぼす遷移金属置換効果	日本物理学会 1992 年秋の分科会	1992. 9 .26
藤山熊 原賢二 (北海道大) 山梨洋一 (北海道大) 熊谷健一 (北海道大) 関村根山 ちひろ幸	$Ce (Ru_{1-x}Rh_x)_2 Si_2$ の NMR	日本物理学会 1992 年秋の分科会	1992. 9 .26
関村高保西 根山茂英 ちひろ幸明介生 (東京大) 永嶺謙忠 (東京大)	$Ce (Ru_{1-x}Rh_x)_2 Si_2$ ($x = 0, 0.15$) の μ SR	日本物理学会 1992 年秋の分科会	1992. 9 .25
Shigeyuki MURAYAMA Hironori INABA Kensuke HOSHI Yoshihisa OBI (東北大)	Magnetic and Mössbauer Study of Sputtered Amorphous Alloys $Hf_{1-x}Ta_xFe_2$	J. Phys. Soc. J pn.	61.3699-3707 (1992)
Shigeyuki MURAYAMA Chihiro SEKINE Hideaki TAKANO Kensuke HOSHI Kusuo NISHIYAMA (東京大) Kanetada NAGAMINE (東京大)	μ SR Study of Heavy Electron $Ce (Ru_{1-x}Rh_x)_2 Si_2$ System	UT-MSL Newsletter	11.35(1992)
藤山熊 原賢二 (北海道大) 山梨洋一 (北海道大) 熊谷健一 (北海道大) 関村根山 ちひろ幸	$Ce (Ru_{1-x}Rh_x)_2 Si_2$ の NMR II	日本物理学会第 48 回年会	1993. 3 .31

関村高保西 永大	根山野志山 嶺貫	ちひろ 茂英賢 (東京大) 謙忠 (東京大) 惇睦 (筑波大)	$Ce(Ru_{1-x}Rh_x)_2Si_2$ ($x = 0, 0.15$) の μ SR II	日本物理学会第 48 回年会	1993. 3 .31
河吉後武高 和土小	内田藤見 (道地下資) 谷富士夫 (帯広畜産大) 柳敏郎 (帯広畜産大)	邦夫 典章 雅三 徹 敏 郎	電気探査による凍土層調査例	物理探査学会 1992 年第 86 回学術 講演会	1992. 5 .21 P384~389
村後武河	上藤藤内 邦夫	由紀 典章 夫	高密度震度調査による室蘭市の詳細震度分布 に関する研究	物理探査学会 1992 年第 87 回学術 講演会	1992. 9 .28 P65~69
佐後武河	藤藤内 邦夫	真理 典章 夫	室蘭市における地震発生時の即時対応支援シ ステムの開発に関する研究	物理探査学会 1992 年第 87 回学術 講演会	1992. 9 .28 P70~75
河武辻 (ダイヤコンサル 村大(I)) 細野高康 (長岡技科大(I))	内藤野敏 (九州大(I)) 高康	邦夫 敏文 順 康	クッタラ火山灰斜面の侵食性状	北海道応用地学合同 論文集	1993. 3 No. 4 p.7~12
吉竹河武	田内内藤 直邦	透樹 夫章	土の凍結が電気比抵抗値に及ぼす影響につい て	開発技報	1993. 3 第35号 p.15~22
松後佐	本藤藤 裕龍干	之彦 城	沿層ロックボルト坑道の変位計測例	資源・素材学会北海 道支部平成4年度春 期講演会	1992, 34-35
松後佐碓 (太平洋炭鉱)	本藤藤 裕龍干 尚博	之彦 城博	夾炭層岩盤内に構築された坑道でのロックボ ルト施工例	第 25 回岩盤力学に 関するシンポジウム 講演論文集	1992, 321-325
松後出 (石炭技術研究所)	本藤口 裕龍剛	之彦 太	太平洋炭鉱におけるボルト支保	平成4年度資源・素 材関係学協会合同秋 季大会分科研究会資 料 [B]	1992, 1-4
佐児後佐	藤王藤藤 孝淳龍干	之一 彦城	ボーリングコアを用いた岩石の破壊靱性試験	開発技報	(35), 43-46 (1993)

3

川松後見佐	添本藤王藤	秀裕龍淳干	晃之彦一城	ロゼットジャッキによる沿層坑道の地圧変化計測事例	開発技報	(35) 47-52 (1993)
後藤松神佐見出	藤井(北海道大)本山(三井建設)藤玉口(石炭技術研究所)	龍義裕干剛	彦明大之淳城一太	太平洋炭礦での長壁式切羽進行に伴う 2、3 の地圧変化計測事例	北海道応用地学合同研究会論文集	(4) 113-118 (1993)
藤井(北海道大)後藤佐	義明彦城	井龍干	明彦城	3 対のカーブドジャッキを用いた 2 次元地圧変化計測の理論と室内試験	資源・素材学会誌	109, (1) 37-42 (1993)
Yoshiaki FUJII (北海道大)	Yoji ISHIJIMA (北海道大)	Tatsuhiko GOTO		Application of DDM to Some Rock Pressure Problem in Japanese Deep Coal Mines	11'th International Conference on Ground Control in Mining Proceedings	1992 414-420
中遠松佐杉吉小	田義人(太平洋炭礦)藤(太平洋炭礦)本藤岡田林	裕干正隆	之城敏豊夫	銅路産ゼオライト岩とその利用開発	北海道応用地学合同研究会論文集	(4) 77-82(1993)
鎌田佐出	田淳一(太平洋炭礦)藤干剛(石炭技術研究所)	干剛	城太	太平洋炭礦におけるロックボルト支保の導入経緯	平成 4 年度資源・素材関係学協会合同秋季大会分科研究会資料 [R]	1992, 12-15
安石見石	部(清水建設)塚(清水建設)玉島(北海道大)	透与志雄一二		確率手法を用いた岩石の疲労寿命に関する基礎的研究	第 27 回土質工学研究発表会論文集	1992 1281-1282
三沢俊平				いま四半世紀耐候性鋼の安定さび層の解明を	日本金属学会会報	31 巻, 4 号 342(1992)
木松三	村原晃彦	真俊	彦治平	ITER 構造材料 316 および JPCA ステンレス鋼の水素脆化	日本金属学会第 110 回春期大会	1992. 4. 2
木森三	村村晃彦	太俊	彦郎平	Fe-28Cr-5 Ni 合金におけるスピノーダル分解と電顕観察	日本金属学会第 110 回春期大会	1992. 4. 2
三木藤山富士	沢村俊平	原幹勝計	晃彦男弘吉	各種金属材料の耐フッ化水素酸性および Ni-Cr 合金の CO ₂ カソード還元特性	腐食防食 '92	1992. 4. 21

H. UNO A. KIMURA T. MISAWA	Effect of Nb on Intergranular Precipitation Behavior of Cr Carbides in N-Bearing Austenitic Stainless Steels	Corrosion	Vol.48, No.6 467~474 (1992)
木松三 村見彦 三 原真治 沢俊平	ITER 構造材料 316SS の水素脆化	日本金属学会, 日本 鉄鋼協会両北海道支 部春期講演大会	1992. 6 .19
泉木三 村博之 三 沢俊彦 沢平彦	Co ₃ Ti の環境脆化割れに及ぼす Al, Fe 添加の影響	日本金属学会, 日本 鉄鋼協会両北海道支 部春期講演大会	1992. 6 .19
M. SUZUKI M. ETO Y. NISHIYAMA K. FUKAYA (原研)	Small Specimen Test Techniques for the Evaluation of Toughness Degradation	Journal of Nuclear Materials	Vol.191-194 1023~1027 (1992)
M. SAITO T. MISAWA			
三 沢 俊 平	「核融合炉への展望」核融合と融分裂—材料学的立場から	北海道核融合研究研 究施設推進勉強会	1992. 8 .19
三 沢 俊 平	「核融合次期装置における材料システムの課題」水環境下での照射誘起応力腐食割れ	科研費総合研究(A) ・核融合炉材料フォー ラム合同研究会	1992. 8 .21
木三 村見彦 三 沢俊平 D. A. Gelles (BPNL) 香 山 見 (東大)	JFMS の FFTF 照射下クリープ変形組織	日本金属学会第 111 回秋期大会	1992.10. 6
木森三 村見彦 三 沢俊平 沢郎平	各種微小試験片技術による DBTT 評価	日本金属学会第 111 回秋期大会	1992.10. 6
山幸下 正人 三 野博昭 (住友金属) 三 沢俊平	低合金鋼の長期大気腐食による安定腐食生成物の構造	日本金属学会第 111 回秋期大会	1992.10. 7
泉木三 村博之 三 高 沢俊彦 隆幸 (東北大)	Co ₃ Ti の粒界水素脆化と Al, Fe 置換の影響	日本金属学会第 111 回秋期大会	1992.10. 8
木小三 村見彦 三 矢見久 俊平	金属間化合物の高温衝撃破壊特性	日本金属学会第 111 回秋期大会	1992.10. 8
木釣三 村見彦 宮 賀俊樹 沢修平 (筑波大)	TiNi の照射後回復挙動に及ぼす Ni 濃度の影響	日本金属学会第 111 回秋期大会	1992.10. 8
木森三 村見彦 三 沢俊平 沢郎平	TiNi の照射後回復挙動のその場観察	日本金属学会第 111 回秋期大会	1992.10. 8
三泉木 沢俊平 三 村博之 見彦	金属間化合物 Co ₃ Ti の水素環境脆化	第 39 回腐食防食討 論会講演集	1992.10.20 11~14

木松三 L. A. Charlot R. H. Jones (BRNL)	村原 晃真俊 (住友金属)	彦治平	ITER 構造材料 316 鋼および JPCA 鋼の水素脆化	第 39 回腐食防食討論会講演集	1992.10.21 315~318
山幸三	山下 (住友金属)	正英俊 人昭平	長期間暴露による耐候性鋼の安定さび層の構造	第 39 回腐食防食討論会講演集	1992.10.21 217~218
宇木三	野村 秀見俊	樹彦平	304 鋼の粒界腐食感受性に及ぼす微量合金元素の影響	第 39 回腐食防食討論会講演集	1992.10.21 355~358
磯竹木三	尾村 裕光俊	幸彦平	低合金鋼の焼きもどし脆化評価のための Fe-P 合金の電気化学的挙動	第 39 回腐食防食討論会講演集	1992.10.20 237~240
三	沢	俊平	微小試験片材料評価技術の進歩	日本金属学会会報	31巻、11号 1008~1009 (1992)
三	沢	俊平	いま金属材料の強靱化と経年変化を考える	日本金属学会北海道支部第3回企画講演会「金属材料の強靱化と寿命予測」	1992.11.26
森木三	村村 太見俊	郎彦平	各種微小試片技術による DBTT 評価	日本金属学会・日本鉄鋼協会両北海道支部秋季講演大会	1992.11.27
竹木三	村村 光見俊	雄彦平	低合金鋼の焼きもどし脆化挙動評価のための Fe-P 合金の電気化学的挙動	日本金属学会・日本鉄鋼協会両北海道支部秋季講演大会	1992.11.27
高木三	橋本 克見俊	宗彦平	Ti-6 Al-4 V 合金の熱処理組織と水素脆化	日本金属学会・日本鉄鋼協会両北海道支部秋季講演大会	1992.11.27
木三	村 晃俊	彦平	ITER (国際熱核融合炉) 構造材料 316SS の水素脆化	グリーンマテリアル東北大学金研研究会	1992.11.17
T. MISAWA Y. HAMAGUCHI A. KIMURA M. ETO M. SUZUKI N. NAKAJIMA (原研)			Evaluation of Toughness Degradation by Small Punch (SP) Tests for Neutron Irradiated Structural Steels	Proc. of the 4 th Int. Symposium on Advanced Nuclear Energy Research	JAERI-M 92-207 (JAERI-CONF 1) 250~257 (1992)
三	沢	俊平	鉄さびの科学(特別講演)	日本 ME 学会北海道支部第6回 ME 研究会	1992.12.12
三山松幸長	沢下 俊正恭 野博 (住友金属)	平人昭夫	四半世紀暴露した耐候性鋼の安定さび層	鉄と鋼	79巻、1号 69~75 (1993)
三	沢	俊平	金属間化合物 (Co ₃ Ti) の水素環境脆化およびアノード分極曲線	科研費重点領域研究(金属間化合物)平成4年度シンポジウム概要集	1993. 1. 8 88~89

鍋谷正史 泉村博之 木沢晃彦 三俊平	Co ₃ Ti 系および TiAl 系金属間化合物の分極 曲線挙動と水素環境脆化感受性	第2回腐食防食協会 北海道支部研究発表 会	1993. 1 .22
山田村美彦 田中宏征 三沢俊平	微小電極を用いた溶液界面および孔食内部の 液性状計測の試み	第2回腐食防食協会 北海道支部研究発表 会	1993. 1 .22
小酒林裕行 三井俊彰 三平	四半世紀暴露した耐候性鋼安定さび層の顕微 ラマン分光特性	第2回腐食防食協会 北海道支部研究発表 会	1993. 1 .22
K. Kumagai (北大) T. Takatsuka A. Yamanaka	Hyperfine Field at the Cu (1) and the Cu (2) Sites of the Antiferromagnetic YBa ₂ (Cu _{1-x} Tx) ₃ O ₆ and RBa ₂ Cu ₃ O ₆	Journal of Magnet- ism and Magnetic Materials	104-107 P.5077-578 (1992)

応用化学科

菖蒲明己	エチレン酸化用銀触媒の活性酸素と高機能化	触媒	Vol. 34 23-27(1992)
菖蒲明己	触媒表面の XPS 測定と動的挙動	'92 アルバック - フ ァイ(株)創立 10 周年 記念技術講会	1992. 6 .17. 同左予稿集 p.31~36
菖蒲明己	エチレンオキッド合成用銀触媒の表面特性に 関する最近の研究	表面	Vol. 30 768-777 (1992)
鈴木英之 菖蒲明己	セシウム、レニウムおよびセシウム - レニウ ム添加銀粉体表面の光電子分光分析	日本化学会誌	1992. (9) PP. 930-937
A. Ayame K. Inui T. Saeki K. Imanishi	Alkylation of Benzene with propene on Si-and Ti-doped Alumina Solid Lewis Superacids	7 th Intern. Symp. on Relations Be- tween Homo-geneous and Heterogeneous Catalysis	p.176 May 20 1992 (Tokyo) Pre- print pp. 435-436
菖蒲山明己 横川勝由佳子	Cs, Re 添加銀触媒によるエチレン酸化反応	日本化学北海道支部 夏季研究発表会	1992. 7 .31
菖蒲明己 内田浄孝	Bi-Mo 複合酸化物の光電子分光測定	日本化学会北海道支 部夏季研究発表会	1992. 7 .31
本田一規 菖蒲明己	アルミナ固体ルイス酸担持白金触媒の触媒特 性(1)	日本化学会第 64 秋 季年会連合討論会・ 触媒討論会 A	3 F01. 1992.10. 4
佐伯孝之 菖蒲明己	固体ルイス超強酸によるフリーデルクラフツ 型アルキル化反応	日本化学会第 64 秋 季年会連合討論会・ 触媒討論会 A	3 F06. 1992.10. 4
菖蒲明己 鈴木英之	O ₂ Jet を用いた Ag-Cs-Re 系触媒の X 線光電 子分光測定	表面科学会講演大会	1 B-13 1992.12.16
菖蒲明己 佐伯孝之 乾貴一郎 今西弘	固体ルイス酸によるベンゼン類のアルキル化 反応	日本化学会第 65 春 季年会	2 B 4 -45 1993. 3 .29
西川欣己 菖蒲明己	高温塩素処理アエロジルシリカのキャラクタ リゼーション	日本化学会第 65 春 季年会	4 F 2 -35 1993- 3 -31

新 谷 龍 二 菖 蒲 明 己	TiO ₂ に添加した金属元素の電荷状態と Ti の酸化還元挙動の XPS による観察	日本化学会第 65 春季年会	4F 2-36 1993-3-31
内 田 淨 孝 菖 蒲 明 己	XPS による UHV 下の Bi-Mo 複合酸化物表面の酸化還元挙動	日本化学会第 65 春季年会	4 F 2-43 1993-3-31
M. Sugioka 他 2 名	Activity Enhancement of MeNaA Zeolites by sulfiding with Hydrogen Sulfide for Acid-Catalyzed Reactions	Proc. of 9 th Intern. Zeolite Conf.	1992,p.493
杉 岡 正 敏	高活性脱硫触媒の開発	表面	31, (11) 972(1992)
M. Sugioka 他 3 名	Enhancing Effect of Hydrogen Sulfide for Cracking of n-Hexane over Alkali and Alkaline Earth Metal Zeolites	Proc. 3 rd Intern. Conf. on Spillover	1993.p.365
杉 岡 正 敏 他 6 名	釧路産ゼオライト岩とその利用開発	北海道応用地学合同研究会論文集	No. 4 ,77 (1992)
杉 岡 正 敏 他 1 名	天然ゼオライトの表面改質による高機能化	資源・素材学会秋季大会論文集	p.14 (1992)
M. Sugioka 他 3 名	Enhancement of Catalytic Activtits of Natural zeolites by Modification with Ammonium Salt Solutions	Proc. 4 th Intern. Conf. on Natural Zeolites	1993.in Press
杉 岡 正 敏	Catalytics Sulfur Chemistry —硫黄の関与する触媒化学—	ペトロディック	16 (4) ,358 (1993) .
杉 岡 正 敏	高活性ゼオライト系脱硫触媒の開発	ゼオライト	10 (3) , 1993 .
M. Sugioka 他 3 名	Preparation of Highly Active Zeolte-based Hydrodesulfuri zation Catalysts	Extended Abst. 4th Japan-Korea Symp. on Catalysis	P. 53(1993)
M. Sugioka 他 3 名	Catalytic Activities of Zeolite-Supported Nobel Metals for Hydrodesulfurization of Thiophene	Proc. Intern. Conf. on Advanced Mate-rials	1993.in Press
M. Sugioka 他 2 名	Activity Enhancement of Me ⁿ⁺ /SiO ₂ katalysts by Sulfiding with Hydrogef Sulfide for Acid-Catalyzed Reactions	Proc. Intern symp. on Acid-Base Catalysis	1993.in press
M. Sugioka 他 3 名	Shape Selective Isomeri zation of 1 -Butene over Sulfided CdNaA Zeolites	Extended abst. on Intern. Zeolite symp.	1993 p.152
M. Sugioka	Activity Enhance ment of Metal Ion-Containing catalysts by Sulfiding with Hydrog en sul-fide	Critical Reviens in Surface Chemistry	1993 in press
杉 岡 正 敏	天然ゼオライトを高活性触媒に	日本工業新聞	1992.12.11
杉 岡 正 敏 他 1 名	水素化および水素化脱硫反応に対する MoS ₂ 触媒の前処理と活性	石油学会	第35回年会 (東京) 1992. 5 .13
杉 岡 正 敏 他 3 名	MoS ₂ 触媒での炭化水素の反応に対する共存硫化水素の影響	石油学会	第35回年会 (東京) 1992. 5 .13
杉 岡 正 敏 他 2 名	鉄—硫黄系触媒の表面特性	日本化学会北海道支部大会	(苫小牧) 1992. 7 .31
杉 岡 正 敏 他 2 名	担持金属イオン触媒に対する硫化水素処理効果	日本化学会北海道支部大会	(苫小牧) 1992. 7 .31
杉 岡 正 敏 他 2 名	脱硫触媒における担体の影響	日本化学会北海道支部大会	(苫小牧) 1992. 7 .31

M. Sugioka 他 2名	Activity Enhancement of MeNaA Zeolites by Sulfiding with Hydrogen Sulfide for Acid-Catayzed Reactions	9 th Intern. Zeolite Conf.	(Montneal, Canada) 1992. 7 .10
杉 岡 正 敏 他 1名	天然ゼオライトの表面改質による高機能化	資原素材学会秋季大会	(札幌) 1992. 9 .30
杉 岡 正 敏 他 2名	ゼオライト触媒の硫化処理による高機能化	日本化学会秋季年会	(新潟) 1992.10. 4
杉 岡 正 敏 他 2名	高活性ゼオライト系脱硫触媒の開発	第 10 回環境触媒フォーラム	(東京) 1992.10.29
杉 岡 正 敏 他 2名	ゼオライト担持貴金属触媒の水素化脱硫活性	石油学会秋季大会	(山口) 1992.11. 9
杉 岡 正 敏 他 3名	天然ゼオライトの表面改質による高活性触媒への変換	第 8 回ゼオライト研究発表会	(東京) 1992.12. 1
杉 岡 正 敏	脱硫触媒上での反応機構と活性向上	地球環境改善のための触媒化学シンポジウム(招待講演)	(札幌) 1993. 1 .13
杉 岡 正 敏 他 3名	MoS ₂ 上での共存硫化水素の反応促進作用機構	日本化学会北海道支部大会	(札幌) 1993. 2 . 3
杉 岡 正 敏 他 1名	シリカ担持金属イオン触媒に対する硫化水素処理効果	日本化学会北海道支部大会	(札幌) 1993. 2 . 3
杉 岡 正 敏 他 3名	担持 Rh 触媒の脱硫活性——担体の影響	日本化学会北海道支部大会	(札幌) 1993. 2 . 3
杉 岡 正 敏 他 2名	Fe-O 系触媒に対する硫酸根の添加効果	日本化学会北海道支部大会	(札幌) 1993. 2 . 3
杉 岡 正 敏 他 6名	鉬路産ゼオライト岩とその利用開発	北海道応用地学合同研究会	(札幌) 1993. 2 .22
杉 岡 正 敏 他 1名	シリカゲル担持金属イオン触媒の硫化水素処理による高活性化	日本化学会春季年金	(東京) 1993. 3 .29
星 野 行 男 田 中 裕 竹 野 昇	パラジウム触媒によるエキソ型からエンド型への二重結合の転移反応	日本化学会第 64 秋季年会	(新潟) 1 A602 1992.10
大 嶋 尚 士 菊 池 慎太郎	ゴニオトキシン類の高速液体クロマトグラフィーによる定量	日本農芸化学会北海道支部講演会	1992. 7 .15
大 嶋 尚 士 峯 内 隆男 竹 池 慎太郎	微生物による海洋毒物の分解	日本農芸化学会北海道支部講演会	1992.10. 3
大 嶋 尚 士 菊 池 慎太郎 林 雅 弘 (ハリマ化成筑波研)	パラミロン含有ユーグレナ投与による海洋毒物発生の防止	日本農芸化学会 1993 年度大会	1993. 3 .31
福 本 水 紀 平 原 芳 暁 菊 池 慎太郎	結核菌における鉄の蓄積	日本農芸化学会 1993 年度大会	1993. 3 .31
Shintaro KIKUCHI	A Possible Mode of Action of Isoniazid on Mycobacterium tuberculosis BCG.	IUMS Congress : Bacteriology & Mycology	1992.10.20
Shintaro KIKUCHI	Fatty Acids Synthesis by Actinomycetes.	International Symposium on Actionmycetes	1993. 2 . 2

Shintaro KIKUCHI Naoshi OSHIMA Takao TAKEUCHI Masakazu TAKEWAKI (Hokkaido Univ.)	Decrease of Shellfish Toxins during the Cul- tivation of Toxic Scallops in Filtered and Sterilized Seawater.	Journal of Food Hygieni Soc.	Vol. 33 (3) 223-230 (1992)
Shintaro KIKUCHI David R. Rainwater Papachan E. Kolattukdy (Ohio State Univ.)	Purification and Characterization of an Un- usually Long Fatty Acid Synthetase from Mycobacterium tuberculosis BCG.	Archives Biochemis- try and Biophysics	Vol.295 318-326 (1992)
Shintaro KIKUCHI Mikio INOHARA Ichiei OKAMURA Takao TAKEUCHI Toshiaki MIURA (Hokkaido Univ.) Masakazu TAKEWAKI (Hokkaido Univ.)	Purification and Characterization of Metallothiein-Like Zinc-Binding Protein of Scallops, Patinopecten yessoensis.	Bioscience, Biotech- nology & Biochemis- try	Vol.56 1434-1438 (1992)
菊 池 慎太郎	ホタテガイ貝毒減毒装置の開発(分担執筆)	養殖(緑書房)	pp.74-77 (1993)
菊 池 慎太郎	ヒト型結核菌に特徴的な長鎖脂脂肪酸合成酵素 の生化学的性質	脂質生化学研究	Vol.35 367-370 (1993)
Shintaro KIKUCHI Manabu SATO Jun SHIBAYAMA Mitsukuni YASUI Takao TAKEUCHI	Production of α -Amylase by an Immobilized Thermophilic Bacillus Strain Under Nitrate Respiration.	Bioscience, Biotech- nology & Biochemis- try	Vol.57 845-846 (1993)
Isamu YAMAMOTO (Hiroshima Univ.)			
石 沢 仁 志 武 田 新 一 高 野 信 弘 竹 野 昇	相関移動触媒の存在下でクロロリン酸ジフェ ニルを利用するエステル合成	日本化学会・北海道 支部 1992 年夏季研 究発表会	1992. 7 .31
富土川 計 吉 富土川 純	Metal + CO + OH 系の分子軌道法(EH)によ る考察	日本化学会北海道支 部 1992 年夏季研 究発表会	1992. 7 .31
富土川 計 吉 袁 鏡 慧	ゼオライトと炭素を一体とした電極の挙動	日本化学会北海道支 部 1992 年夏季研 究発表会	1992. 7 .31

高田清尉 渡国松克明 (イムラジャバン) 南條淳(北見工大) 富士川計吉	シリコン単結晶面の陽極酸化機構(1)	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992.10.10
高田清尉 渡国松克明 (イムラジャバン) 南條淳(北見工大) 富士川計吉	シリコン単結晶面の陽極酸化機構(2)	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992.10.10
Kamal A. H. M. 渡国直行 南條淳(北見工大) 富士川計吉	シリコン酸化膜の界面組成に関する研究	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992.10.10
小林豊 南條淳(北見工大) 富士川計吉	GaAs 基板上へのサブミクロン Au の電解析 出条件	電気関係学会北海道 支部連合大会	1992.10.10
高田清尉 渡国王子製紙 南條克明 富士川計吉 (北見工大)	シリコン単結晶の陽極酸化機構	応用物理学会北海道 支部学術講演会	1992.10. 4
小川林豊 富土川計吉 南條淳(北見工大)	電気化学的方法による GaAs 単結晶基板上へ のサブミクロン Au-line の形成	応用物理学会北海道 支部学術講演会	1992.10. 4
渡辺克明 高田清尉 南條淳(北見工大) 国松敬二 富士川計吉	シリコン陽極の挙動1—酸化膜の成長過程—	応用物理学会北海道 支部学術講演会	1992.10. 4
富士川計吉 渡辺克明 高田清尉 南條淳(北見工大)	シリコン陽極の挙動2—気体発生反応—	応用物理学会北海道 支部学術講演会	1992.10. 4
南條淳(北見工大) 渡辺克明 高田清尉 富士川計吉 (王子製紙)	シリコン陽極の挙動3—酸化膜の形態—	応用物理学会北海道 支部学術講演会	1992.10. 4
小幡英二 針呂吉公 秋藤	固液流動層による等密度粒子群の分級	化学工学論文集	18(6) 956-958 (1992)
小幡英二	液流動層による粒径分布測定法	旭硝子財団研究報告	60,279-285 (1992)

小後安	幡藤	英浩公	二二二	遠心流動層型分級装置の開発	化学工学会室蘭大会 研究発表講演要旨集	1992. 7 .24
小氏本安高	幡家田藤橋	英恭公洋	二研久二志	高速循環流動層の流動特性及び伝熱特性	化学工学会室蘭大会 研究発表講演要旨集	1992. 7 .24
小田安德	幡代藤田	英英公昭	二史二八郎	振盪状態における金属，非金属固体の伝熱特性	化学工学会室蘭大会 研究発表講演要旨集	1992. 7 .24
安佐小高	藤藤幡橋	公博英洋	二貴二志	二重懸濁気泡塔における平均気泡径，上昇速度	化学工学会室蘭大会 研究発表講演要旨集	1992. 7 .24
叶小安	幡藤	偉英公	清三二	クロム濃縮回収の抽出挙動に及ぼす設定条件の影響	化学工学会室蘭大会 研究発表講演要旨集	1992. 7 .24
叶齐小安	藤幡藤	偉佳英公	清洋二二	TOA を担体とする乳化型液体膜によるクロムの抽出	化学工学・粉体工学 北海道研究交流会発表要旨	1993. 1 .29
吉松徳西	田田田	博昭	豊臣八郎昭	レーザ光音響分光法におけるガス濃度計測システムについて	資源・素材学会道支部平成4年度春季講演会	1992. 6 .16
吉武恒平	田藤川島	昌剛	豊章美(北海道大学)	レーザ光透過法の粉体計測への応用	資源・素材学会関係 学協会合同秋季大会 分科研究会(粉体精製)	1992. 9 .29
吉鎌岸徳	田田田	雄隆昭	豊二博八郎	河川水のレーザ光減衰量の測定について	室工大開発技術研究会 資源・素材学会道支部平成4年度研究発表会	1992.11.27
吉屋徳西	田木田	健昭	豊司八郎昭	降雨・降雪時における可視光線の減衰特性について	北海道応用地学合同 研究会論文集	(4) 89~94 (1993)
吉鎌山徳武	田岸田藤	雄岳昭	豊二人八郎章	河川水のレーザ光減衰量の測定について	開発技報	(35) 9~14 (1993)
吉松佐徳西	田藤田	博浩昭	豊臣八郎昭	レーザ光音響分光法における光音響信号の精度向上について	資源・素材学会 平成5年度春季講演会	1993. 3 .30

数理科学

IGARASHI Takanori	Remarkable Connections in Hamilton Spaces.	Tensor, New Series	vol.51-no. 2 (1992) pp. 156-161
----------------------	--	--------------------	---------------------------------------

IGARASHI Takanori	Lie Derivatives in Spaces with Areal Metrics.	Memoriile Secțiilor Științifice Academia România, Seria 4,	tomul 14-nr. 2 (1991) p.61~71
IGARASHI Takanori	Killing Equation in Catan space.	International Confer- ence on Differential Geometry and its Ap- plications (held by Tensor Soci- ety and Romanian Academy)	1992, 8, 24-29 (Bucharest)

建設システム工学科

川田晃三 荒井康幸 溝口光利 野路(三井建設) 山久幸 小坂英之 (三井建設)	減衰力可変型制振構造に関する基礎的研究 (その3. 制御方法について)	日本建築学会大会 (北陸)学術講演梗概 集	B (構造Ⅰ) pp.977-978 1992. 8
奈良良剛成 荒井康幸 溝口光利 野路(三井建設) 山中久幸 小坂英之 (三井建設)	減衰力可変型制振構造に関する基礎的研究 (その4. 小型装置の性能実験)	日本建築学会大会 (北陸)学術講演梗概 集	B (構造Ⅰ) pp.979-980 1992. 8
荒奈井康幸 荒井良剛成 溝口光利 野路(三井建設) 山中久幸 小坂英之 (三井建設)	減衰力可変型制振構造に関する基礎的研究 (その5. リアルタイムオンライン応答実験)	日本建築学会大会 (北陸)学術講演梗概 集	B (構造Ⅰ) pp.981-982 1992. 8
鈴木博 溝口光男 荒井康幸 鈴木光博	鉄筋コンクリートL型開断面耐震壁の曲げ 耐力に及ぼす直交壁の影響 (その1. 実験概要と破壊状況)	日本建築学会大会 (北陸)学術講演梗概 集	C (構造Ⅱ) pp.377-378 1992. 8
溝口光男 荒井康幸 鈴木光博	鉄筋コンクリートL型開断面耐震壁の曲げ 耐力に及ぼす直交壁の影響 (その2. 荷重-変形関係と最大耐力)	日本建築学会大会 (北陸)学術講演梗概 集	C (構造Ⅱ) pp.379-380 1992. 8
溝口光男 荒井康幸 澤田雄一朗	鉄筋コンクリートL型耐震壁の曲げ耐力に 及ぼす直交壁の影響について (その3. 直交壁の面内最大せん断力に関す る検討)	日本建築学会北海道 支部研究報告集	No.66 pp.81-84 1993. 3
鈴木博 荒井康幸 溝口光男 池田武長 (太原工業大学)	二方向水平力を受ける鉄筋コンクリート並列 L型開断面耐震壁の弾塑性性状	日本建築学会北海道 支部研究報告集	No.66 pp.85-88 1993. 3

川荒溝小 鈴	田井口坂 (三井建設)	晃康光英 (三井建設)	三幸男之仁	セミアクティブ動吸振器の制振効果	日本建築学会北海道支部研究報告集	No.66 pp.53-56 1993. 3
奈荒溝野 山 小	良井口路 (三井建設)	剛康光利 (三井建設)	成幸男之幸	減衰力可変型制振モデルの振動台実験	日本建築学会北海道支部研究報告集	No.66 pp.57-60 1993. 3
荒奈溝野 山 小	井良口路 (三井建設)	康剛光利 (三井建設)	幸成男之幸	減衰力可変型制振構造のための制振装置の開発	構造工学論文集	vol.39 B pp.177-183 1993. 3
Shinobu OZAKI and Noriyuki SUGATA				Fatigue of Concrete Composed of Blast Furnace Slag or Silica Fume under Submerged Conditions	American Concrete Institute,	SP-132, II 1509-1524 (1992)
吉尾菅	田崎 紀	行認之		海水による鉄筋コンクリートの塩分浸透と鉄筋腐食に関する実験室的研究	土木学会北海道支部論文報告集	49 1005-1008 (1993)
N. Kishi W. F. Chen (Purdue Univ.) K. G. Matsuoka				A Determination of Moment-Rotation Curve of Connection with Angles	10th ST. Cong. ASCE	pp.85-88 1992. 4
岸中 三 松	野上 岡	徳浩一	光修	組紐状 AFRP ロッドで補強した RC スラブを用いた大型緩衝構造の衝撃吸収性能	コンクリート工学年次論文報告集	第14巻 pp.655-660 1992. 6
三 加 田 岸	上 藤 村 (三井建設)	浩正利 (三井建設)	徳光	組紐状 AFRP ロッドで補強した RC スラブの耐衝撃性に関する実験的研究	コンクリート工学年次論文報告集	第14巻 pp.661-666 1992. 6
S. G. Nomachi (Nihon Univ.) K. G. Matsuoka N. Kishi K. Kohari and M. Takahashi (H. D. B)				Seismic Analysis of a Continuous Underground Deep Wall	Proceedings of the 10th World Conference on Earthquake Engineering	1992. 7 pp.4695-4698
中 岸 松 後	野 岡 藤 (株計測技販)	修徳一 光雪 夫		衝撃荷重測定用ロードセルの試作	土木学会論文集	No.453/VI-17 pp.155-162 1992. 9

菅 田 紀 之 岸 德 光	衝撃荷重載荷による矩形梁の動的応答倍率	土木学会構造工学論 文集	vol.39A pp.1501-1511 1993. 3
岸 德 光 中 野 修 (開発土木研) 松 岡 健 弘 一 西 (開発土木研)	野外実験による敷砂の緩衝性能	土木学会構造工学論 文集	vol.39A pp.1587-1597 1993. 3
三 上 敬 司 (専修短大) 岸 德 光 松 岡 健 純 一 能 (日本大学)	四辺単純支持 PC 床板の衝撃載荷実験	土木学会構造工学論 文集	vol.39A pp.1621-1630 1993. 3
田 村 富 雄 (三井建設) 三 上 浩 (三井建設) 岸 德 光 松 岡 健 一	鉄筋および AFRP ロッドで補強した RC スラ ブの耐衝撃挙動に関する実験的研究	土木学会構造工学論 文集	vol.39A pp.1631-1644 1993. 3
H. Mikami (Mitsui Const.) M. Kato (Mitsui Const.) T. Tamura (Mitsui Const.) N. Kishi	Impact Resistance of Concrete Slab Rein- forced with Braided AFRP Rods	Proceedings of the International Sympo- sium on Impact En- gineering	pp.229-234 1992.11
N. Kishi N. Sugata K. G. Matsuoka S. G. Nomachi (Nihon Univ.)	The Behavior of Reaction Forces of Simply Supported RC Beam under Impact Loading	Proceedings of the International Sympo- sium on Impact En- gineering	pp.241-246 1992.11
O. Nakano (H. D. B) N. Kishi K. G. Matsuoka J. Yoshimura (Hokkaido U.)	Developement of 3 -Layered Shock-Absorb- ing System for Rock Sheds	Proceedings of the International Sympo- sium on impact En- gineering	pp.725-729 1992.11
岸 德 光 後 藤 芳 顯 (名工大) 松 岡 健 雅 一 小 室	半剛結剛骨組の力学挙動に及ぼす形状指数の 影響	平成 4 年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.111-116 1993. 2
岸 德 光 松 岡 健 芳 顯 後 藤 (名工大) R. Hasan	A Consideration on Steel Frame Classification of EC 3 using Numerical Analysis	平成 4 年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.117-122 1993. 2
岸 德 光 後 藤 芳 顯 (名工大) R. Hasan 工 藤 正 彦	半剛結剛骨組の断面設計法に関する一検討	平成 4 年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.123-128 1993. 2
岸 德 光 後 藤 芳 顯 (名工大) 松 岡 健 一	剛結および半剛結接合を組み合わせた剛骨組 の挙動解析	平成 4 年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.141-144 1993. 2

中野修 (開発土木研) 光之治 岸田徳紀利 菅佐竹	三層緩衝構造を設置した PC 多主桁の衝撃挙動	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.145-150 1993. 2
中野修 (開発土木研) 明弘 西(開発土木研)之啓 菅田紀智 安藤	緩衝構造の緩衝特性に関する数値解析的検討	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.151-156 1993. 2
岸上徳光 三田隆 菅田(北大)之元 竹村紀瑞	片持式覆工の衝撃応答性状	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.157-162 1993. 2
中野修 (開発土木研) 明弘 西(開発土木研)之隆 菅田紀 三上(北大)	覆工の応答性状に及ぼす開口部およびスパン長の影響	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.163-168 1993. 2
岸岡徳光 松上健一 三井建設 篤 松岡	鉄筋および AFRP ロッドを用いた RC 梁の衝撃応答性状	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.169-174 1993. 2
松岡健一 岸村徳富 田三井建設 浩 三井建設 功 田中	AFRP ロッドを用いた PC 梁の耐衝撃特性	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.175-180 1993. 2
中野修 (開発土木研) 明弘 西(開発土木研)一史 松岡健靖	三層緩衝構造の芯材 RC スラブの剛性が緩衝性能に与える影響	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.181-186 1993. 2
中野修 (開発土木研) 光哉 岸森徳哲 (ドービー建設㈱)	各種緩衝構造を用いた PC ロックシェッドの断面試算	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.187-192 1993. 2
中野修 (開発土木研) 志久 今野久志 (開発土木研) 一浩 松岡健 三上(三井建設)	AFRP ロッドを補強筋とした RC スラブを芯材とする三層緩衝構造の緩衝特性	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.193-198 1993. 2
菅田紀之 中野修 (開発土木研) 明弘 西(開発土木研) 光 岸徳光	敷砂を緩衝材とする PC 多主桁の衝撃挙動	平成 4 年度 土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.199-204 1993. 2

三上敬司 (専修道短大) 中野修 (開発土木研) 岸岡徳健 松岡健一	重錘衝撃を受ける敷砂材のラーメ定数の推定	平成4年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.205-210 1993. 2
中野修 (開発土木研) 今野久志 (開発土木研) 岸岡徳健 遠藤光紘 (三菱油化 バーディッシュエ)	三層緩衝構造の緩衝性能に及ぼす裏面材料の 影響	平成4年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.211-216 1993. 2
中野修 (開発土木研) 今野久志 (開発土木研) 岸岡徳健 松岡健一 松岡健一 岸熊谷一光 小針憲司	各種緩衝構造を用いた落石覆工の実証実験	平成4年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.217-222 1993. 2
松岡健一 岸熊谷一光 小針憲司	内部堀削時における大深度地中連続壁構造体 の力学挙動	平成4年度 土木学 会北海道支部論文報 告集	第49号 pp.249-254 1993. 2
工藤正彦 岸後藤芳光 松岡健一 (名工大)	接合部の非線形特性を考慮した剛骨組の力学 的挙動	土木学会 第47回 年次学術講演会講演 概要集 第1部	pp.382-383 1992. 9
岸後藤芳光 松岡健一 W. F. Chen (バドュー大学)	非線形特性を考慮した接合部部材断面決定の 一手法	土木学会 第47回 年次学術講演会講演 概要集 第1部	pp.384-385 1992. 9
松岡健一 岸田徳光 木田哲量 能町純雄 (日本大学)	境界層で覆われた埋設管の波動応答性状に及 ぼす入射角の影響	土木学会 第47回 年次学術講演会講演 概要集 第1部	pp.598-599 1992. 9
中野修 (開発土木研) 岸田徳光 松岡健一 (三井建設)	AFRP ロッドで補強した RC スラブを芯材と する三層緩衝構造の性能実験	土木学会 第47回 年次学術講演会講演 概要集 第1部	pp.1104-1105 1992. 9
松岡篤篤 岸上徳光 三上浩一 松岡健一 (三井建設)	鉄筋および組紐状 AFRP ロッドで補強した RC スラブの衝撃応答性状	土木学会 第47回 年次学術講演会講演 概要集 第1部	pp.1106-1107 1992. 9
今野久志 (道開発局) 中野修 (開発土木研) 松岡健一 岸岡徳健	緩衝材として EPS 材を用いた場合の緩衝性 状	土木学会 第47回 年次学術講演会講演 概要集 第1部	pp.1134-1135 1992. 9

安中 菅岸	藤野 智 啓 (開発土木研) 紀 徳 修 之 光	落石覆道の衝撃応答性状に関する理論的・実験的検討	土木学会 第 47 回 年次学術講演会講演 概要集 第 1 部	pp.1142-1143 1992. 9
尾中 岸松	山野 靖 史 (開発土木研) 徳 健 修 光 一	緩衝材として敷砂を用いた場合の重錘衝撃力と底部伝達衝撃力の関係	土木学会 第 47 回 年次学術講演会講演 概要集 第 1 部	pp.1144-1145 1992. 9
菅岸中 尾	田 紀 之 (開発土木研) 野 修 認 光 修	覆工構造物の耐衝撃設計計算に関する簡易手法の一試案	土木学会 第 47 回 年次学術講演会講演 概要集 第 1 部	pp.1146-1147 1992. 9
金中 今 岸	子 野 学 (道開発局) 修 志 (開発土木研) 久 徳 光	美幌覆道における敷砂緩衝構造の性能実験	土木学会 第 47 回 年次学術講演会講演 概要集 第 1 部	pp.1148-1149 1992. 9
西中 岸 菅	弘 明 (開発土木研) 野 修 光 之 (開発土木研) 徳 紀 之	RC スラブを芯材とする三層緩衝構造の緩衝効果	土木学会 第 47 回 年次学術講演会講演 概要集 第 1 部	pp.1102-1103 1992. 9
三 岸松能	上 敬 司 (専修道短大) 徳 健 光 一 岡 町 純 雄 (日本大学)	RC および PC 床板の重錘落下衝撃挙動	土木学会 第 47 回 年次学術講演会講演 概要集 第 1 部	pp.1116-1117 1992. 9
T. TSUCHIYA		Differential Settlement of Multistoried Buildings on Poor Ground	EASEC- 3 , Shanghai	1991. 4
後土 屋	延 明 勉	軟弱埋立地盤に建設される構造物の挙動解析	日本建築学会大会学 術講演梗概集	1992. 8
土 屋	勉	弾性地盤に支持される自立群杭の応力と変形—鉛直加重が作用する場合—	日本建築学会大会学 術講演梗概集	1992. 8
後土 屋	延 明 勉	PILED-RAFT の支持力と沈下特性	日本建築学会北海道支 部研究報告集 No.66	1993. 3
茶土 屋	康 友 勉	水平荷重を受ける杭基礎構造物の解析法	日本建築学会北海道支 部研究報告集 No.66	1993. 3
土田名大	屋部内 裕 勉 子 照 大 茂 照	杭支持建物の沈下過程実用計算法	日本建築学会北海道支 部研究報告集 No.66	1993. 3
後土 屋	延 明 勉	軟弱多層地盤に建設される構造物の沈下過程解析—群抗効果と抗支持条件の影響—	日本建築学会北海道支 部研究報告集 No.66	1993. 3
土 屋	勉	臨海埋立地に建設される構造物の沈下解析	噴火湾研究 No.1	1993. 3
矢小泉	野林 朝 隆 人 人 泉 清 人	繰り返し衝撃音のやかましさ—ピークレベル, 継続時間, background-to-peak レベルの影響—	日本音響学会誌	48 (6) 403-411 1992

ウット・ ダンキティクン 泉山 口 清智 人 道	A survey on community response to road traffic noise in Muroran, Japan	日本音響学会騒音研究会	N-92-36 1-10,1992
泉矢山 野下 清俊 人隆雄	北海道と九州における道路交通騒音に関する社会調査— —道路交通騒音に対する社会反応の地域比較研究 I—	日本建築学会計画系論文報告集	第442号 1-7,1992
H. KUBOTA N. YAMADA	Basic Study on Multi-Ceiling-Slots System for Controlling Air Movement in Occupied Space	Proc. of 1st International Symposium on Room Air Convection and Ventilation Effectiveness	1992. 7 p.407-412
H. KUBOTA Y. ISHIDOYA	Behavior of Compound Convections from a Vartical Cool Surface and from a Convector Sited under the Panel	Proc. of 1st International Symposium on Room Air Convection and Ventilation Effectiveness	1992. 7 p.428-432
石戸谷 裕 二 佐々木 みどり 美樹 長 崎 久 英	座席下放熱器による暖房方式を適用したホル ルの座席グローブ温度による暖房環境評価	日本建築学会計画系論文報告集	No.444 p.1-9 1993, 2
窪山 田 英 樹 黒 沢 則 行 本 宮 延 隆也 介	グローブ球と額の対流熱伝達率に及ぼす乱流強度の影響	究気調和衛生工学会北海道支部第27回 学術講演会論文集	1993. 3 p.77-80
窪山 田 英 樹 黒 沢 則 行 小 原 啓 隆太直 鈴 英 直	居住域の気流制御を目的とした天井多数スリ ット吹出方式の基礎特性	究気調和衛生工学会北海道支部第27回 学術講演会論文集	1993. 3 p.35-38
山 田 則 行 窪 本 英 樹 藤 沢 和 繁 黒 田 隆 豊 吉 岡 裕 花 岡 裕	空気膜利用による局所空間空調	究気調和衛生工学会北海道支部第27回 学術講演会論文集	1993. 3 p.43-46
石 井 憲 一 斉 (日本工學院) 夫	信号交差点の右折交通現象および交通容量解 析に関する研究	土木計画学研究・論文 集	10号,79-86 1992
長 屋 勝 俊 斉 藤 和 夫 梶 谷 (苫高専) 三	交通手段別のアクセシビリティからみた都市 の空間構造	土木計画研究・講演 集	15(1)-2 431-436 1992
梶 谷 有 三 長 屋 (苫高専) 俊 斉 藤 和 夫	通勤交通における交通手段別のアクセシビリ ティ —札幌市を例として—	北海道都市	29号, 57-64 1992
梶 谷 有 三 斉 藤 (苫高専) 夫	道路網容量の推定に関する実証的研究	北海道都市	30号,21-27 1993
K. SAITO A. KASAHARA N. KONAGAI	The Development of a Test Equipment for Measuring Pavement Skid Resistance Based on the Method of Differential Wheel Rotation Speed	Second International Symposium on Road Surface Characteristics	151-163 Berlin 1992

石井憲一 (日本工学院) 及藤宏和 夫	信号現示変わり目における交差点の車両走行特性について	12 回交通工学研究会論文集	29-32, 1992
榊谷有三 斉藤(苦高専) 夫	道路網感度分析における O-D カット行列の作成手法	12 回交通工学研究会論文集	1992
及川宏一 石井(日本工学院) 斉藤和 夫	信号交差点の直進交通現象について	第 46 回土木学会年次学術講演会	Ⅳ部, 332-333 1992
長屋勝俊 斉藤(苦高専) 夫	通勤交通における交通行動の変化について	第 45 回土木学会年次学術講演会	Ⅳ部 536-537 1992
川村智之 田石井(日本工学院) 斉藤和 夫	新千歳空港アクセス交通の実態分析 —室蘭方面からのバスアクセスを例に—	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 781-786 1993
田村亨三 斉藤(苦高専) 夫	小規模空港を核とした地域活性化方策に関する研究	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 787-790 1993
辻村巨 榊谷(苦高専) 夫	都市鉄道整備が地価に与える影響の分析	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 803-808 1993
長屋勝俊 榊谷(苦高専) 夫	通勤交通におけるプレファレンス関数について	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 825-828 1993
岡田成礼 田村和 夫	30 番目時間交通量の予測モデルに関する研究	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 829-834 1993
及川宏一 石井(日本工学院) 田村和 夫	信号交差点における左折車の行動特性について	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 835-838 1993
榊谷有三 田村(苦高専) 夫	時間距離行列からの地図作成手法に関する研究	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 857-860 1993
上北正一 石井(日本工学院) 斉藤和 夫	交通事故分析の研究レビューと今後の課題	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 891-896 1993
田村亨			
T. TAMURA T. KUROKAWA (筑波大)	The Development of Urban Infrastructures Cooperate with Large Scale Urban Redevelopment Projects	World Conference on Transport Research	No. 6 VI-26-43 1992. 6

田 村 亨	都市と環境—都市活動の効外化と環境—(分担執筆)	ぎょうせい	p.48-54 1992.12
田 村 亨	小規模空港を核とした地域活性化方策調査報告書(分担執筆)	国土庁計画・調整局	1993. 3
田 村 亨 H. S. LIDASAN 黒 川 洸 (筑波大)	開発途上国における交通パネル調査とその分析	日本行動計量学会論文集	第20号 p.214-225 1992. 9
田 村 亨	空港を核とした地域開発	Currents 日本航空	No.43 1993. 1
田 村 亨	文献紹介「Airport and Economic Development : An Overview」	MOBILITY 運輸経済研究センター	第87号 p.113-115 1992. 4
田 村 亨	文献紹介「Lack of Airport Capacity : Exploration of Alternative Solution」	MOBILITY 運輸経済研究センター	第90号 P.78-81 1993. 1
H. S. LIDASAN 田 村 亨 黒 川 洸 (筑波大)	Introducing Panel Analysis in the Study of Travel Behavior in Metro Manila	第 47 回土木学会年次講演会	p.112-113 1992. 9
大石 原 治生 田 東 亨 村 (筑波大)	世帯を単位としたダイアリー調査の実施とその特徴に関する基礎的研究	土木学会計画学研究講演集	No.15 p.75-82 1992.11
H. S. LIDASAN 田 村 亨 黒 川 東 洸 (筑波大)	対数線形モデルによる交通行動パネルデータの解析	土木学会計画学研究講演集	No.15 p.83-88 1992.11
井野 智章 杉野 正義 伊藤 武秀 布佐 尚是 植後 樹	学会 RC 規準の長期たわみ計算法の適合性の検討(構造調査を行ったある建物の床スラブを計算例として)	日本建築学会北海道支部研究報告集	第64号 平成 3 . 3
井野 智章 杉野 正義 伊藤 正信 布遠 一 野藤 薫 崎恒 敬	ある RC 建物の床スラブに関する構造・材料学的調査	日本建築学会北海道支部研究報告集	第64号 平成 3 . 3
井野 智章 杉野 正信 伊藤 一 布川 義	鉄筋コンクリート損傷床スラブの施工精度	コンクリート工学年次論文報告集	13-2号 平成 3 . 6
杉野 章 井野 智章 伊藤 正義 布遠 一 佐藤 薫 植松 尚是 武 是	ある RC 建物の床スラブに関する構造・材料学的調査(その 1 構造挙動とコンクリートの材料性状)	日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)	平成 3 . 9

井野 杉野 伊藤 布遠 植佐	野目 藤川 藤松	正信 武	智章 義一 薫尚 是	ある RC 建物の床スラブに関する構造・材料学的調査(その2 施工精度と実たわみについて)	日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)	平成3.9
植井 杉野 伊佐	松野 目藤 藤	武正	是智 章義 尚	ある RC 建物の床スラブに関する構造・材料学的調査(その3 学会 RC 規準の長期たわみ計算法の検討)	日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)	平成3.9
布井 杉野 伊藤	川野 目藤	信正	一智 章義	床スラブのたわみ障害と施工誤差	日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)	平成3.9
井野 杉野 伊藤	野目 藤	正	智章 義	ある多層 RC 事務所建築の床構造についての総合的実測調査	日本建築学会構造系論文報告集	第429号 平成3.11
Satoru Ino Akira Suginome Masayoshi Ito Shin-ichi Nunokawa				A Survey of Dimensional Inaccuracy on R/C Floor Systems with Serviceability Impairment	Transactions of the Japan Concrete Institute	Vol.13-2 Dec, 1991
井野 杉野 佐藤	野目 藤	正	智章 義尚	重力式による RC 床スラブ一次固有周期推定法	日本建築学会北海道支部研究報告集	第65号 平成4.3
井野 伊藤 杉植	野目 藤松	正武	智章 義是	RC 床スラブの定着筋の伸びによる付加たわみ(概算法と適合性の検討)	日本建築学会北海道支部研究報告集	第65号 平成4.3
伊藤 井野 杉遠	藤野 目藤	正	義智 章薫	積載荷重調査におけるいくつかの問題点	日本建築学会北海道支部研究報告集	第65号 平成4.3
植井 伊藤 杉野	松野 目藤	武正	是智 章義	RC 床スラブの定着筋の伸びによる付加たわみ概算法	日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)	平成4.8
井野 杉野 伊植	野目 藤松	正武	智章 義是	鉄筋コンクリート床スラブの端部上端鉄筋の伸びによる付加たわみ概算法	コンクリート工学年次論文報告集	14-2号 平成4.6
上田 杉野	目	正	生章	周辺梁を有する PC スラブのための一有限要素力学モデルについて	第3回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集	プレストレストコンクリート技術協会, 平成4.11
Satoru Ino Masayoshi Ito Akira Suginome Takeyoshi Uematsu				A Method of Estimating Additional Deflection of R/C Floor Slabs due to the Elongation of Anchored Part of Reinforcement	Transactions of the Japan Concrete Institute	Vol.14-2 Dec. 1992
井野 杉野 岩三 長井	野目 井谷 島畑	総将 孝	智章 児之 弘夫	北海道地区における図学教育改善の試みと問題点	日中図学教育研究会議論文集	日本図学会・中国工程図学会・(CEGS)共催・共同編集, 平成5年3月31~4.3(無銭)

伊井 藤 正 義 井 野 目 武 智 杉 植 松 是	鉄筋コンクリート床スラブの歩行時の振幅振 定法	日本建築学会北海道 支部研究報告集	第66号 平成5.3
三 谷 将 之 岩 井 総 児 杉 野 目 章	技術科における騒音の発生とその防止に関す る研究 —騒音分布とフェンスによる騒音防止に関す る研究—	日本産業技術教育学 会論文集	第36号(機械 工学部門) 平成5.3
安 芸 義 信	歩行者空間の景観分析手法に関する研究(そ の3)	日本建築学会北海道 支部研究報告集	66, 509-512 (1993)
近 藤 俣 郎 山 陰 正 博 酒 井 雅 史 (大成建設)	可動斜板堤による3次元波浪変形特性	土木学会年次学術講 演会	1992年 9月30日
近 藤 俣 郎 古 澤 彰 範 薄 木 琢 嗣	可動斜板堤式消波堤設置による2次元海浜変 形実験	土木学会年次学術講 演会	1992年 9月30日
近 藤 俣 郎 渡 部 富 次 谷 野 賢 司 (開発土研) 白 井 博 巳 (寒地港湾技術 研究センター)	防波堤兼用型波浪エネルギー変換システムに よる取得エネルギー・コストの考察	土木学会年次学術講 演会	1992年 9月29日
Kondo, Hideo Watabe, Tomiji Sugioka, Ichiro Osanai, Senji (Hokkaido Develop- ment Bureau) Ozawa, Sakae (CPC)	Application of The New Cost Analysis to Wave Power Extraction at Breakwater	Proc. of 2 nd World Renewable Energy Congress.,	5 2829-2833
浦 島 三 郎 (苫小牧高専) 近 藤 俣 郎	振動流実験によるスリット壁の C_D および C_M の推定と消波設計への応用	海岸工学論文集	39 (2) 731-735
近 藤 俣 郎 渡 部 靖 憲 山 上 佳 範 杉 岡 一 郎	全天候パスにおける空気流動の特性	海岸工学論文集	39 (2) 1061-1065
山 陰 正 博 近 藤 俣 郎 酒 井 雅 史 (大成建設)	可動斜板堤による波浪制御に関する3次元不 規則波実験	土木学会北海道支部 論文報告集	49, 735-738
浦 島 三 郎 (苫小牧高専) 近 藤 俣 郎	不規則波におけるスリット壁型消波構造物の 波浪変形	土木学会北海道支部 論文報告集	49, 731-734
近 藤 俣 郎 三 田 清 一 (日本テトラポッド)	噴火湾及び胆振海岸地盤の動力学挙動と防災 設計に関する研究	室蘭工業大学 CRD センター研究報告	3, 1-15
古 澤 彰 範 近 藤 琢 郎 薄 木 雅 嗣 酒 井 雅 史 (大成建設)	可動斜板式消波堤設置による2次元海浜変形 実験	噴火湾研究	1, 1-8
上 田 浩 伸 穂 積 英 準 吉 田 英 樹	2階床直接汜過に関する基礎的研究	土木学会第47回年 次学術講演会	1992. 9

吉田 穂 田中 穂 英信 穂 樹壽 準 (北海道大学)	廃棄物充填層の屈曲係数測定に関する実験的研究	土木学会第 47 回年次学術講演会	1992. 9
穂吉 穂 杉山 穂 (防衛施設庁)	フミン酸、フルボ酸の凝集性状の比較	水道協会誌	61, (9) II-22(1992)
吉田 穂 田中 穂 英信 穂 樹壽 準 (北海道大学)	廃機物充填層の有効熱伝導率に関する研究	廃棄物学会論文集	3, (2) I-17(1992)
吉穂 穂 穂田 穂 松藤 穂 (北海道大学)	伊達市におけるごみ収集有料化実施による家庭系ごみ減量化への影響	第 3 回廃棄物学会研究発表会	1992.11
上穂 穂 穂吉 穂 田中 穂 浩英 穂 伸樹 準	2 階床直接汜過における最適砂粒径	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.667-670 1993
エンギッソン・トザン・ミッシェル 穂吉 穂 上田 穂 田中 穂 英浩 穂 伸樹 準	Characteristics of a dual media filter in direct filtration process	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.663-666 1993
吉田 穂 田中 穂 英信 穂 樹壽 準 (北海道大学)	家庭系ごみ発生原単位におよぼすごみ収集有料化の影響(第 2 報)	土木学会北海道支部論文報告集	第49号 pp.659-662 1993

機械システム工学科

媚小 穂 山政 良 谷敏 弘 (日鋼工営)	『氷室計画』雪氷変換機の性能と特性 —充填雪密度による違いについて—	寒地環境工学合同シンポジウム講演論文集(第 5 回)	1992. 4 .23
鷺谷 穂 和夫 穂 (日鋼工営)			
谷藤 穂 藤耕 穂 (谷藤工業)			
谷藤 穂 村與 穂 (谷藤工業)	固液二相流の速度分布と濃度分布の解析 (水平平行 2 平面間において固体粒子が浮遊状態にある場合での試み)	日本機械学会論文集(B 編)	58, (549) 1580-1586 (1992)
木村 穂 旭コ 穂 (旭コンサル)			
松尾 穂 岳史 穂 川剛 穂			
媚山 穂 山下 穂 政植 良 幸夫 穂 (前川製作所)	米の氷室貯蔵(雪温貯蔵)に関する研究	日本機械学会北海道支部第 33 回講演会講演概要集	(922-1), 144-145 (1992)
相沢 穂 旬一 穂 (前川製作所)			
大野 穂 泰司 穂 (前川製作所)			
紺井 穂 林直 穂 山重 穂 山政 良			

竹谷信徳 林山重政 媚山政良	雪氷の管輸送に関する研究 (第3報、矩形流路における粒子濃度分布について)	日本機械学会北海道支部 第33回講演会講演概要集	(922-1), 146-147 (1992)
鴻上正暁 林山重政 媚山政良	ロードヒーティングに関する研究	日本機械学会北海道支部 第33回講演会講演概要集	(922-1), 148-150 (1992)
松尾史岳 林山重政 媚山政良	雪の圧密機構に関する研究 (第1報、圧力-密度履歴)	日本機械学会北海道支部 第33回講演会講演概要集	(922-1), 190-192 (1992)
川本周朗 (北裕建設コン サルタント) '92米会議メンバ 山形県・舟形町 室蘭ヒートパイ 研究会 媚山政良	『氷室計画 '92』公共性に富む利雪施設のご 提案	寒地技術シンポジウム '92 講演論文集	1992, 29-34
媚山政良 室蘭ヒートパイ 研究会	『氷室計画』雪資源の石油エネルギー換算 —全国の冷房負荷 500 億 kw・h/年の1/ 4を1億7000万トンの雪で置き換える—	寒地技術シンポジウム '92 講演論文集	1992, 35-42
Ikuo TOKURA Yutaka HANAOKA Hakaru SAITO Shinzo NITTA (日野自動車)	Thermal Conductivity of Foams by Transient Hot - Wire Method	Thermophysical Properties (Proc. 3 rd Asian Thermophysical Properties Conference) International Pub- lisher	Oct. 12-15 1992 Beijin, China (P. 151-156)
H. Saito K. Kishinami N. Anzawa (新日鐵) J. Suzuki H. Mito (清水建設) J. Tanaka (本州製紙)	Heat Transfer Characteristics of Foams Flow- ing on a High Temperature Horizontal Plate Facing Upward	Transport Phen- omena, Science and Technology, Higher Education Press	Oct. 6-9 1992 Tsinghua Univ., Beijin China (p. 421-426)
斉藤 紘 図 岸浪木 機 鈴江口 淳 江勝夫	周期加熱を受ける多孔物質中の熱及び物質移 動に関する研究	第5回寒地環境学合 同シンポジウム	講演論文集 (P. 25-32) 平成4年 4月23日 (札幌)
斉藤 紘 図 岸浪木 機 鎌田 紘 図 中森 紀 彦 鈴木 俊 幸 大木 淳 淳	空気加熱ソーラーシステムの数値解析	第5回寒地環境学合 同シンポジウム	講演論文集 (P. 33-40) 平成4年 4月23日 (札幌)
鎌田 紘 図 岸浪木 機 彦機	空気加熱ソーラーシステムの住宅への応用	第5回寒地環境学合 同シンポジウム	講演論文集 (P. 41-46) 平成4年 4月23日 (札幌)
山崎 幸次 (山陽国(当 時)) 斉藤 紘 図 岸浪木 機 鈴大 門 正 史 (NTTデータ)	分散熱源を有する垂直平板上の自然対流熱伝 達(加熱・非加熱要素間寸法因子と熱伝導によ る影響)	日本機械学会北海道 支部	講演概要集 No.922-1 (p.157-159) 平成4年 8月25日

杉新宇松 山井野本 隆直 弘景嗣 崇学	擬似衝撃波の可視化と LDV 測定	可視化情報学会誌	12, (Suppl. No. 1) 161-164 (1992)
新杉片堀 井山寄川 隆榮 (小松製作所)	気泡流中の圧力波伝播に関する実験	日本混相流学会混相 流シンポジウム(第 11 回)論文集	1992 233-236
誉杉新宇松 田山井野本 隆直 学弘景 嗣崇	後ろ向きステップを有するスクラムジェット エンジン燃焼器内の燃料の噴射と混合(レー ザホログラフィ干渉計法による流れの可視 化)	日本機械学会北海道 支部第 33 回講演会 講演論文集	(922- 1) 55-57(1992)
三杉新川 上山井辺 英隆 (王子製紙)	衝撃波風洞内の流れに関する実験的および数 値解析的研究	日本機械学会北海道 支部第 33 回講演会 講演論文集	(922- 1) 67-69(1992)
片杉新堀 寄山井川 隆榮 (小松製作所)	気泡流中を伝播する圧力波の特性に関する実 験的研究	日本機械学会北海道 支部第 33 回講演会 講演論文集	(922- 1) 70-72(1992)
西岡純二 (北海道電力) 安杉新川山井 正隆 弘景嗣 崇学	地中熱ヒートポンプ用採熱管の熱伝達に関す る実験	日本機械学会北海道 支部第 33 回講演会 講演論文集	(922- 1) 138-140 (1992)
杉新金小 山井野林 隆洋一 (東芝)	横流ファン流れの可視化と LDV 測定	日本機械学会第 70 期全国大会講演論文 集 Vol.. C	(920-78) 7-9(1992)
杉新宇松 山井野本 隆直 弘景嗣 崇学	直管路内の擬似衝撃波の構造と振動現象	日本機械学会第 70 期全国大会講演論文 集 Vol.. C	(920-78) 82-84(1992)
宇杉新松 野山井本 直隆 嗣弘景 崇学	気体噴射を伴う超音速流れ場の可視化と LDV 測定	日本機械学会第 70 期全国大会講演論文 集 Vol.. C	(920-78) 127-129 (1992)
Hiromu SUGIYAMA Takakage ARAI Naotsugu UNO Takashi MATSUMOTO Manabu HOMAREDA	Visualization of a Pseudo-Shock Wave in a Rectangular Duct	Proc. of the 6 th Int. Symp. on Flow Visualization	1992 623-627
杉山弘	直管内の擬似衝撃波の研究	文部省科学研究費補 助金重点領域研究 「衝撃波現象の解 明」計画研究班ワー クショップ論文集	1992, 26-32

新杉宇松 誉	井山 野本 田	隆 直	景弘嗣 崇学	液体噴射を伴う後ろ向きステップ超音速流れ (液体噴射と超音速流れとの干渉)	日本液体微粒化学会 第1回微粒化シンポ ジウム論文集	1992, 15-20
杉新宇松 誉	山井 野本 田	隆 直	弘景嗣 崇学	管路内の擬似衝撃波の構造と振動現象に関する 実験的研究	平成4年度衝撃波シ ンポジウム論文集	1993 325-328
新杉宇松 誉	井山 野本 田	隆 直	景弘嗣 崇学	気体噴射を伴う後向きステップを過ぎる超音 速流れに関する実験的研究	日本航空宇宙学会第 33回航空原動機・ 宇宙推進講演会論文 集	1993 126-131
新杉宇松 誉	井山 野本 田	隆 直	景弘嗣 崇学	超音速二平行流の乱流混合とLDVによる乱 流特性測定を試み	日本航空宇宙学会北 部支部1993年総会 ・講演会ならびに第 3回ラム・スラムジ ェットエンジンシン ポジウム論文集	1993 158-163
杉 山			弘	衝撃波現象の基礎と応用	日本機械学会北海道 支部第32回講習会 (先端技術の動向と 地域で生まれた応用 例)資料	1993, 1-9
杉 山			弘	断面積の一定の直管内における擬似衝撃波	衝撃波の伝播・回折 ・反射 (文部省科学研究費 補助金重点領域研究 「衝撃波現象の解 明」第2班研究成果 報告書)	193 123-158
西 杉 新	岡 山 井	純 隆	二(北海道電力) 弘景	地中ヒートポンプ用採熱管の伝熱特性に関す る研究(二重管内上昇流の強制流動沸騰熱伝 達実験:小流量速度の場合)	日本機械学会論文 集, B編	59, (560) 1279-1284 (1993)
杉新宇松 誉	山井 野本 田	隆 直	弘景嗣 崇学	管路内の擬似衝撃波の可視化	可視情報写真集(可 視化情報学会)	(9) 7 (1992)
杉 山			弘	球を過ぎる微粒子を含む超音速流れ	流れの可視化今・昔 (可視化情報学会)	1992, 206
杉 山			弘	微粒子を含む高速気流中におかれた物体まわ りの流れ現象の解明	平成4年度科学研究 費補助金実績報告書	1992
伊 藤 茂 生 (東京焼結金属)	島 田 一 男 (東京焼結金属)			焼結金属のキャビテーション損傷	日本学術会議 キャ ビテーションに関す るシンポジウム(第 7回)論文集	1992, 13-18
Takakage ARAI Joseph A. SCHETZ (Virginia Tech.)				Penetration and Mixing of Bubbling Liquid Jets from Multiple Injectors Normal to a Su- personic Air Stream	AIAA 4 th Int. Aero- space Planes Conferece	AIAA Paper 92-5060 (1992)

本青岡阿花高	多山本彦岡橋	芳 清健 洋	彦浩孝吉裕志	横形回転カラクリアクターにおける固液混合系での流動特性	化学工学会第 57 年会研究発表講演要旨集	0-109 291. (1992)
陳秋八高	山木橋	紀友順一	忠宏一郎志	Analysis of Solid Flow Based on Viscous Flow Model	日本鉄鋼協会第 123 回春季講演大会要旨集	材料とプロセス vol. 5 No.149 (1992)
安佐小高	藤藤幡橋	公博英洋	二貴二志	二重管型懸濁気泡塔における平均気泡径, 上昇速度	化学工学会室蘭大会研究発表講演要旨集	A 112, 24 (1992)
小氏本安高	幡家田藤橋	英 恭公洋	二研久二志	高速循環流動層の流動特性および伝熱特性	化学工学会室蘭大会研究発表講演要旨集	A 115, 20 (1992)
小西高	松山橋	信 洋	幸雄志	高炉モデルによる炉芯近傍の粒子挙動の解析	化学工学会室蘭大会研究発表講演要旨集	A 203, 36 (1992)
本青岡田阿高	多山本村彦橋	芳 清享健洋	彦浩孝子吉志	回転カラムリアクターの特性と固定化 β -ガラクトシダーゼによる反応実験	化学工学会室蘭大会研究発表講演要旨集	SD 106 170 (1992)
陳秋八 Hiroshi 高	山木橋	紀友順一 NOGAMI 洋	忠宏一郎志	Numerical Simulation of Solid flow Based on Viscous Flow Model	混相流シンポジウム '92 講演論文集	205 (1992)
高 橋 洋 志				高炉コールドモデルによる炉芯およびレースウェイ近傍の固体流れの研究	日本鉄鋼協会特定基礎研究会, 充填層中の気・固・液移動現象部会報告書	131 (1992)
高本	橋多	洋芳	志彦	流動モデルに基づいた移動層の力学的挙動の評価	化学工学会第 25 回秋季大会研究発表講演要旨集	110, 281 (1992)
片佐高	山藤橋	二 洋	郎森志	気液対向二相流におけるフラディングの研究	日本原子力学会北海道支部第 10 回研究発表会講演要旨集	23 (1992)
高本	橋多	洋芳	志彦	流動モデルに基づいた移動層の粒子速度の推算	化学工学論文集	Vol.18 No. 6, 849 (1992)
本青岡黒高	多山本澤橋	芳 清誠洋	彦浩孝治志	横型回転カラム内の固液二相流における流混合特性	化学工学論文集	Vol.19 No. 1 106 (1992)
横花戸	山岡倉	真 郁	吾裕夫	液体窒素のフラッシング現象に関する実験的研究	日本機械学会論文集 (B 編)	58, (549) pp.1498-1503 (1992-5)

T. Mori K. Akaishi (核融合研) Y. Kubota () O. Motojima () M. Mushiaki (川崎医大) Y. Funato (鈴鹿高専) Y. Hanaoka	Pumping Experiment of Water on B and LaB ₆ Films with an Electron Beam Evaporator	Journal of Nuclear Materials	(200) pp.385-388 (1993)
S. Yokoyama Y. Hanaoka I. Tokura	A Study of Liquid Nitrogen Flashing under Rapid Depressurization	Procs. of the 2nd JSME/KSME Thermal Engineering Conference	pp.321-326 (1992-10)
I. Tokura Y. Hanaoka H. Saito N. Anzawa (新日鐵) S. Nitta	Thermal Conductivity Measurement of Foams by Transient Hot - Wire Method	Procs. of the 3rd Asian Thermophysical Properties Conference	pp.151-156 (1992-10)
森 貴 叙 赤 石 憲 也 (核融合研) 久保田 雄 輔 () 本 島 修 () 船 戸 康 幸 (鈴鹿高専) 虫 明 基 (川崎医大) 花 岡 裕	ボロン蒸発による酸素不純物制御	真空	35, (7) pp.642-645 (1992-7)
角 矢 禎 男 花 岡 倉 郁 夫 戸 本 芳 彦 本 (雪印乳業) 青 多 芳 彦 (雪印乳業) 岡 山 浩 (雪印乳業) 阿 本 清 孝 (雪印乳業) 花 部 健 吉 (雪印乳業) 高 岡 橋 裕 志	画像処理を用いた回転型リアクター内の流動解析	第20回可視化情報シンポジウム講演論文集	12 (Suppl. 1) pp.75-78 1992.7.14
戸 倉 郁 夫 花 岡 沢 典 夫 新 田 (新日鐵) 也	気泡分散系流体の輸送特性値(熱伝導率の測定)	第5回寒地環境工学合同シンポジウム講演論文集	pp.65-70 1992.4.24
渡 辺 敏 晃 高 橋 秀 典 小 川 徳 哉 花 岡 裕 夫 戸 倉 郁 夫	微小重力下におけるフロン系液体のフラッシング現象に関する実験	日本機械学会北海道支部第33回講演会概要集	No.922-1 pp.196-198 1992.9.2
増 田 靖 彦 花 岡 倉 郁 夫	間欠式小型低温風洞の高いレイノルズ数試験	日本機械学会北海道支部第33回講演会概要集	No.922-1 pp.76-78 1992.9.2

森 貴 叙 赤 石 憲 也 (核融合研) 久保田 雄 輔 本 島 修 花 岡 裕	LaB 膜の空気排気特性	第 33 回真空に関する連合講演会	1992-10
Y. Hanaoka I. Tokura T. Watanabe H. Takahashi N. Ogawa	R-11 Bubble Motions due to the Flashing Process under Micro-gravity Conditions	日本マイクロ重力学会誌	Vol. 9 .No. 4 pp.114-115 1992.11
花 岡 裕 戸 倉 夫 渡 辺 敏 高 橋 典 小 川 哉	JAMIC 施設利用による短時間微小重力下の液体急減圧沸騰実験	第 36 回宇宙科学技術連合講演会	pp.171-172 1992.12. 8
花 岡 裕 戸 倉 夫 小 川 敏 渡 橋 秀 高 橋 典	μ GF におけるフロン系液体の急減圧沸騰実験	第 2 回短時間無重力利用に関する講演会	1993.2.17
花 岡 裕 戸 倉 夫 倉 郁	液体の急減圧沸騰による圧力変動と気泡の挙動	上砂川町先端技術研究施設イベント事業成果報告書	pp.113-116 1993- 2
戸 倉 夫 花 岡 裕	温度勾配のある不溶性多層液体の混合実験	上砂川町先端技術研究施設イベント事業成果報告書	pp.119-122 1993- 2
花 岡 裕 横 治 文 津 山 英 克 戸 倉 郁 夫	偏心排水管の容器内渦流れ場に及ぼす影響	第 27 回空気調和衛生工学会北海道支部学術講演会論文集	pp.47-50 1993. 3 .22
森 貴 叙 赤 石 憲 也 (核融合研) 久保田 雄 輔 本 島 修 花 岡 裕	電子ビーム蒸発によるボロン膜の酸素排気実験	プラズマ・核融合学会第 10 回年会	1993. 3 .26
花 岡 裕 戸 倉 夫 倉 前 正 志 (北海道大)	微小重力環境下における気液二相が共存する熱流体に関する研究	東京電力(株)委託研究成果報告書	pp. 1 -138 1993- 3
Yuzuru KUBOTA (SOHKA Univ.) Shigenobu HAYASHI Kiyoshi ENOKI Shuichi KAJITANI (Ibaraki Univ.) Norihiro SAWA (Ibaraki Univ.) Hiroshi TSUDA (Suzuki Co.)	Comparative Investigation on Fuel Feed Methods in Two-Stroke Cycle Diesel Engine.	Society of Automobile Engineers	Oct., 1992

Yuzuru KUBOTA (Sohka Univ.) Shigenobu HAYASHI Shuich KAJITANI (Ibaraki Univ.) Norihiro SAWA (Ibaraki Univ.)	Step Response of Engine Torque and Speed to Load Change in Small Two - Stroke Cycle Diesel Engine.	Society of Automobile Engineers	No.SP-901 i992
岸 浪 紘 機 齊 藤 図 淳 鈴 木 間 公次郎 本 (北海道エニコム) 前 田 昭 典 (NTT データ通信)	不連続加熱垂直平板上の自然強制複合対流熱伝達特性	日本伝熱学会, 第 29 回伝熱シンポジ ウム	講演論文集 (p.348-350) 平成 4 年 5 月27日～ 29日 (大阪)
齊 藤 図 機 岸 浪 紘 夫 安 沢 典 夫 (新日鉄) 水 戸 寛 (清水建設)	泡沫流体の高温熱伝達特性	日本伝熱学会, 第 29 回伝熱シンポジ ウム	講演論文集 (p.169-171) 平成 4 年 5 月27日～ 29日 (大阪)
K. KISHINAMI H. SAITO and J. SUZUKI K. HONNMA (北海道エニコム) A. MAEDA (NTT. Daqa, Co)	COMBINED FREE AND FORCED LAMINAR CONVECTIVE HEAT TRANSFER FROM A VERTICAL PLATE WITH DISCONTINUOUS SURFACE HEATING	The 2 nd JSME - KSME Thermal En- gineering Confer- ence	Proceedings of the Con- ference, (p.1-79～ 1-84) 19th～21st, Oct., 1992 (北九州市)
戸 倉 郁 夫 花 岡 沢 典 夫 安 (新日鉄) 新 田 晋 也	気泡分散系流体の輸送特性値 (熱伝導率の測定)	第 5 回寒地環境工学 合同シンポジウム講 演論文集	pp.65-70 1992. 4 . 24
I. Tokura Y. Honaoka H. Saito N. Anzawa (新日鉄) S. Nitta	Thermal Conductivity Measurement of Foams by Transient Hot - Wire Method	Procs. of the 3 rd Asian Thermoph- ysical Properties Conference	pp.151-156 (1992-10)
戸 倉 郁 夫 花 岡 裕 裕	温度勾配のある不溶性多層液体の混合実験	上砂川町先端技術研 究施設イベント事業 成果報告書	pp.119-122 1993- 2
Masashi DAIMARUYA Hidetoshi KOBAYASHI Shun - ichiro HIRAFUNE Mikio ODA	Dynamic Behavior of Rectangular Plates sub- jected Impulsive Load	Proceegings of the VII International Congress on Experimental Mechanics, Las Vegas, USA	1992 I640-1645
Hidetoshi KOBAYASHI Masashi DAIMARUYA Kouki NAGAI	Dynamic and Static Behaviour of Circular Tubes in Lateral Compression	Proceedings of the VII International Congress on Experimental Mechanics, Las Vegas, USA	1992 I654-1659

Masashi DAIMARUYA Hidetoshi KOBAYASHI Mikio ODA Shun - ichiro HIRAFUNE	Fracture Patterns of Triangular Plates subjected to Impulsive Load	Proceedings of the International Symposium on Impact Engineering, Sendai, JAPAN	1992 431-436
小林秀敏 臺丸谷政志 永井光輝	円管の割れを伴う動的および静的横圧縮変形	日本機械学会論文集 (A 編)	59, (559) 634-639 (1993)
小林秀敏 臺丸谷政志	ハニカムコアの引張及び圧縮変形	第 34 回構造強度に関する講演会 (札幌)	1992. 7 .17
小田美紀男 小林秀敏	衝撃荷重を受ける長方形平板の動的応力集中	平成 4 年度日本機械学会材料力学部門講演会	1992. 9 . 2
ハイル・ファド 臺丸谷政志 小林秀敏	ブレーキ・ドラムの温度分布と熱応力	平成 4 年度日本機械学会材料力学部門講演会	1992. 9 . 2
小林秀敏 臺丸谷政志	ハニカムサンドイッチ板の曲げ変形	平成 4 年度日本機械学会材料力学部門講演会	1992. 9 . 2
O. Seri	Effect of NaCl concentration on corrosion behavior of Al - Fe alloy	The 3 rd International Conference on Aluminum alloys (Trondheim, Norway)	(1992), 441
O. Seri	A material design procedure for pit - resistance aluminum alloy	Advances in Corrosion and Protection (Manchester, UK)	(1992) paper 190
川口哲哉 高田孝一 田養裕典 鴨田秀一 (道立工試)	高速気流中衝撃法による微粒子設計	粉体工学会講演会	1993. 1
山田利孝 田頭修孝 豊美介	ホスホン酸溶液中における銅の孔食に及ぼす pH の影響	表面技術	44, No. 2 (1993) 172-175
鎌田正健 田頭孝一 己一介	寒冷環境下で溶接した SS400 の溶着金属部の拡散性水素量	高温学会誌	No. 2 (1993) 62-68
Funju Meng Rujun Tang Kohsuke Tagashira	Study of the comet - shaped in the uppermost surface layer of bearings	Wear	164 (1993) 466-470
世利修美	アルミニウムの孔食挙動におよぼすアノード / カソード面積比の影響	軽金属	43, (1993) 71-75
K. Tagashira S. Hayakawa M. Ohnishi	Formation and decomposition of Mn - N dipoles during quench - ageing in Fe - Mn - N alloys	Metallurgical transaction of JIM	33, No. 5 (1992) 454-460
S. Kamota M. Sakai Y. Miyakoshi K. Tagashira	Bonding of sintered alumina and metals with thermal spray coatings	Proceedings of 13rd ITSC'92 (Orlando, USA) ASM International	929-934
池田慎一 菅野史人 田頭孝介	Fe-Si-C 合金の焼入れ時効過程の析出に及ぼす Si の影響	日本金属学会道支部 秋期講演大会	1992.11

世 利 修 美	缶用アルミニウム合金の孔食発生時における溶存酸素量の迅速測定法の開発	材料と環境	41, (1992) 156-160
O. Seri S. Furuya	A polarized technique by an increase of cathodic area of detecting pitting attacks in aluminum galvanically coupled to tin	Corrosion	48, (1992) 5 - 9
O. Seri	Effect of silicon content on the corrosion of Al - Si alloys in 0.1M NaCl solution	Aluminium	68, (1992) 1072-1076
世 利 修 美	Al - Zn 合金のアノード分極曲線に現れる極大電流	軽金属	42, (1992) 407-410
田 中 雄 一 長 船 康 裕	オーステンパ球状黒鉛鋳鉄のころがり疲れ特性に及ぼす黒鉛粒数の影響	鋳物	64, (5) 325-331 (1992)
Y. Tanaka H. Kage	Development and Application of Austempered Spheroidal Graphite Cast Iron	Materials Trans, JIM	33, (6) 543-557 (1992)
田 中 雄 一	期待される強度部材としての鋳鉄 —球状黒鉛鋳鉄の材料特性と今後の展開—	バウンダリー	8, (12) 33-37(1992)
田 中 雄 一 清水 章 裕 横 内 弘 宇	オーステンパ球状黒鉛鋳鉄の被削性	鋳物	65, (2) 93-98(1993)
鹿 毛 秀 彦 田 中 雄 一	オーステンパ球状黒鉛鋳鉄の耐力及びヤング率に及ぼす熱処理条件の影響	鋳物	65, (2) 112-117 (1993)
田 中 雄 一	ADI の材料特性とその特徴	日本鋳物協会第 120 回全国大会「ADI の組織制御と実用 化」シンポジウム	1992. 5 .30
鹿 野 秀 彦 山 本 大 雄 田 中 雄 一	ADI の疲労特性に及ぼす Mn の影響	日本鋳物協会第 120 回全国大会	1992. 5 .30
鹿 毛 秀 彦 田 中 雄 一	ADI の疲れ特性に及ぼす黒鉛組織の影響	日本金属学会北海道 支部大会	1992. 6 .19
内 田 孝 広 中 川 中 雄 一	粉末射出成形体の脱脂・焼結過程とその機械的性質	日本鋳物協会北海道 支部大会	1992. 7 . 4
神 田 琢 磨 山 道 中 雄 一	窒化けい素セラミックスのアルミニウムによる鋳造接合	日本鋳物協会北海道 支部大会	1992. 7 . 4
長 船 康 裕 田 中 雄 一	ADI のころがり疲れと黒鉛粒径の関係	日本鋳物協会北海道 支部大会	1992. 7 . 4
楊 忠 亮 田 中 雄 一	球状黒鉛鋳鉄の疲れ限度に及ぼす黒鉛及びマトリックス組織の影響	日本鋳物協会第 121 回全国大会	1992.10.13
田 中 雄 一	球状黒鉛鋳鉄の強靱化及び疲労特性	日本機械学会「球状 黒鉛鋳鉄の強度評価 に関する研究会」	1993. 1 . 29
田 中 雄 一	オーステンパ球状黒鉛鋳鉄の平面曲げ疲れ特性	日本鋳物協会「球状 黒鉛鋳鉄の高性能・ 高機能化」に関する シンポジウム	1993. 3 .15
田 中 雄 一	オーステンパ球状黒鉛鋳鉄の旋削特性	日本鋳物協会「球状 黒鉛鋳鉄の高性能・ 高機能化」に関する シンポジウム	1993. 3 .15

渡 部 哲 也 西 田 公 至	2 次音源を取付けた自動車室内音場の境界要素解析	日本機械学会 Dynamics & Design Conference	Vol.A No.920-55 (ⅢA) pp.189-194 1992. 7
松 岡 秀 佳 西 田 公 至	ジャイロモーメントの私用によるゴンドラの横揺れ防止制御	日本機械学会 Dynamics & Design Conference	Vol.B No.920-55 (ⅢB) pp.178-183 1992. 7
西 田 公 至 松 岡 秀 佳	ジャイロによる突風下のロープウェイ・ゴンドラの揺れ制御	精密工学会 1992 年度北海道支部学術講演会講演論文集	1992. 8 .29
佐 藤 弘 康 富 田 英 彦 上 出 中 雄 一	304 鋼の応力腐食割れ感受性におよぼす Ni, Cr メッキの影響	日本鉄鋼協会, 日本金属学会両支部合同春季講演大会	1992. 6 .18
上 出 中 雄 一 佐 藤 弘 彦	304 鋼の応力腐食割れ感受性におよぼす Ni, Cr メッキの影響	日本金属学会第 111 回大会	1992.10. 7
藤 塚 健 二 上 出 中 雄 一	H ₂ SO ₄ -NaCl 溶液中における α' -マルテンサイトの溶解におよぼす炭素の影響	日本鉄鋼協会, 日本金属学会両支部合同秋季講演大会	1992.11.27
持 田 剛 彦 上 出 中 雄 一	H ₂ SO ₄ -NaCl 溶液中における 304 鋼の粒界腐食におよぼす予歪の影響	第 2 回腐食防食協会北海道支部研究発表会	1993. 1 .22
上 出 中 雄 彦 田 中 川 博 勝	Al 拡散被覆した Ni ₃ Al および Ni ₃ Si の Na ₂ SO ₄ -NaCl 混合塩中における高温繰返し腐食	日本金属学会誌	57.2.176 1993
上 出 中 雄 彦 田 中 塚 健 二	H ₂ SO ₄ -NaCl 溶液中における α' -マルテンサイトの溶解速度におよぼす炭素の影響	日本金属学会第 112 回大会	1993. 3 .31
上 出 中 雄 彦 田 中 塚 健 二	H ₂ SO ₄ -NaCl 溶液中における 304 鋼の粒界腐食におよぼす予歪の影響	日本金属学会第 112 回大会	1993. 3 .31
齊 当 建 一 石 岡 (昭和電工)	プラスチック製ボルト・ナットの締結性能 (リラクセーションの FEM 解析)	日本機械学会機素潤滑設計部門シンポジウム No.920-29	1992. 6 . 5
齊 当 建 一 石 岡 (昭和電工)	FRP ボルト締結体のリラクセーションに及ぼす締結条件の影響	精密工学会 1992 年度北海道支部学術講演会	1992. 8 .29
猪 川 匠 光 正 田 下 弘 光 久	可変構造制御によるサーボ系の構成	日本機械学会 D & D Conference	1992. 7 .10
長 野 勝 利 正 田 下 弘 光 久	周期外乱除去オブザーバとサーボ系への応用	日本機械学会 D & D Conference	1992. 7 .10
H. HIKITA M. YAMASHITA Y. KUBOTA	Design of Variable Structure Control Systems with Internal Models	Design Methods of Control Systems : IFAC Symposium (Pergamon : Pr.)	1992. 7 p.305-309

成田拓丘 正田弘光 山田光久	離散時間モデル追従型繰返し制御	第9回計測自動制御学会北海道支部主催シンポジウム「デジタル信号処理と数値解析」	1992. 9. 19
正田弘光 山田勝久利	周期外乱のある系の状態推定と制御	第15回 Dynamical System Theory シンポジウム	1992.12.11
成田忠雄 (道職訓短大) 猪川匠 正田弘光 山田光久	前向き経路をもつ VSS サーボ系	第25回計測自動制御学会北海道支部学術講演会	1993. 1. 30
粕谷弘太郎 山田光久 正田弘光	ニューラルネットワークとファジィ推論を用いた倒立振子の制御	日本機械学会 D & D Conference	1992. 7. 10
粕谷弘太郎 山田光久 正田弘光	ファジィ推論とニューラル・ネットワークを用いた倒立振子の適応制御	第9回計測自動制御学会北海道支部主催シンポジウム「デジタル信号処理と数値解析」	1992. 9. 19
粕谷弘太郎 山田光久 正田弘光	ファジィ推論とニューラル・ネットワークを用いた倒立振子の適応制御(続報)	第25回計測自動制御学会北海道支部学術講演会	1993. 1. 29
山田光久 正田弘光	ファジィ推論を用いたデジタルフィルタの構成	第25回計測自動制御学会北海道支部学術講演会	1993. 1. 30
Hirokatsu KOSOKABE (日立製作所) Mitsuru FUJIWARA ほか3名	Development of High Efficiency Rotary Compressor for Domestic Refrigerator Using HFC-134a	Proceedings of the 1992 International Compressor Engineering Conference at Purdue	1992 839-846
藤原満智 茂利英 (日立製作所) ほか2名	スクリュー圧縮機の内部すきま解析と性能シミュレーションへの応用	日本機械学会論文集 (B 編)	58. (553) 2765-2771 (1992)
中川幸二 (日立製作所) 藤原満 ほか2名	遠心圧縮機のアクティブサージ抑制制御	日本機械学会論文集 (B 編)	58. (553) 2786-2792 (1992)
藤原満蔵 中村庸 (日立製作所) ほか3名	給油式スクリュー圧縮機の部分負荷時異音防止法の研究	日本機械学会論文集 (C 編)	58. (554) 3156-3163 (1992)
渡部富治 藤原満 ほか2名	ばね式線形蓄圧機的设计	日本設計工学会誌	27. (11) 501-506 (1992)
Tomiji WATABE Mitsuru FUJIWARA ほか3名	A hybrid Power Supply Concept of the Pendular Device	Proc. of the 2nd World Renewable Energy Congress	(1992) 2904-2908
渡部富治 藤原満 ほか4名	発電コストからみた波力発電の将来性	日本機械学会第70期通常総会講演会	1993. 3. 31

Hiromichi MISHINA	Report on 45 day ballot about international SCID	ISO/TC130/WG 2 Vancouver Meeting, Canada	1992. 4 . 8
Hiromichi MISHINA	Working Draft of 'Standard Color Image Data'	ISO/TC130/WG 2 Vancouver Meeting Canada	1992. 4 . 8
三 品 博 達	高精細画像カラー処理の国際標準化動向	画像ラボ	3 (4) 29-34 (1992)
三 品 博 達	カラー画像の評価とチャートⅡ印刷	日本オプトエレクト ロニクス協会画像メ ディア部会編集	1992 89-111
三 品 博 達	画像計測と評価	日本印刷学会誌	29(2) 219-221 (1992)
三 品 博 達	高精細カラーデジタル標準画像	印刷雑誌	75 (6), 6-11 (1992)
三 品 博 達	カラーハードコピーの画質評価	画像電子学会第 16 回秋期セミナー	1992.10.14
三 品 博 達	印刷産業における計測制御技術	計測と制御	31, (10) 1025-1027 (1992)
三 品 博 達	印刷におけるカラーコミュニケーション	第 89 回日本印刷学 会秋期研究発表会	1992.11.18
三 品 博 達	高精細印刷の可能性	研究会「高精細印刷 の性能と限界」日本 印刷学会技術委員会 製版印刷分科会講習 会	1992.12.10
三 品 博 達 湯佐 秋 野 泰 (大和製罐)学 吉 (大和製罐)	SCID を用いた印刷画像の官能的有効 有効ビット長の定量化	第 88 回日本印刷学 会春期研究発表会	1992. 6 .19
湯 千 三 浅 田 友 典 三 品 林 順 二 (大日本スクリー ン) 松 正 達 梢 (大日本スクリー ン) 淳 嘉	印刷網点計測の自動化	第 88 回日本印刷学 会春期研究発表会	1992. 6 .19
千 湯 三 田 浅 品 友 順 二 博 達	カラー網点計測と表現色予測(第 3 報) 画像処理方法と色予測	第 88 回日本印刷学 会春期研究発表会	1992. 6 .19
千 湯 三 田 浅 品 友 順 二 博 達	カラー網点の分色計量と表現色予測	第 53 回応用物理学 学会学術講演会	1992. 9 .17
神 保 一 也 相 津 佳 永 三 品 博 達	空間フィルター速度計 —分割フォトダイオードによる焦点合わせ—	第 53 回応用物理学 学会学術講演会	1992. 9 .18
足 立 彰 相 津 佳 永 三 品 博 達	レーザードブラー法の相関信号特性	第 9 回計測自動制御 学会北海道支部主催 シンポジウム	1992. 9 .19

新湯三	見浅品	伊友博	志典達	カラー画像の評価尺度 1. 三次元体積による評価	第9回計測自動制御 学会北海道支部主催 シンポジウム	1992. 9 .19
藤湯相三	谷浅津品	正友佳博	志典永達	高感度水準面検出器の応答速度	第9回計測自動制御 学会北海道支部主催 シンポジウム	1992. 9 .19
Yoshihisa AIZU Kouji OGINO (興和)	Toshiaki SUGITA (興和)	Masakazu SUEMATU (興和)	Toshimitsu ASAKURA (北海道大学)	Measurement of blood flow volume in retinal vessels using bio-speckle phenomena	2nd Int. Conf. Optics Within Life Science Muenster Germany	1992.10. 4
Hiromichi MISHINA				Status Report of Reference Set of Digitally Encoded Images	ISO/TC130/WG 2 Nashville Meeting USA	1992.10. 5
千湯三	田浅品	順友博	二典達	カラー網点計測と表現色予測(第4報) —紙上における網点の色予測について—	第89回日本印刷学 会秋期研究発表会	1992.11.19
MYINT LWIN 佐野泰三 (大和製罐)学 秋吉(大和製罐) 湯三浅品友典達				網点情報による印刷行程追跡	第89回日本印刷学 会秋期研究発表会	1992.11.19
新千湯三	見田浅品	伊順友博	志二典達	三次元体積による画像評価	第89回日本印刷学 会秋期研究発表会予 稿	1992.11.19
神相三	保津品	一佳博	也永達	移動面への焦点合わせ —焦点検出—	計測自動制御学会北 海道支部講演会	1993. 1 .29
藤湯三	谷浅品	正友博	志典達	高感度水準器の温度制御	計測自動制御学会北 海道支部講演会	1993. 1 .29
足相三	立津品	佳博	彰永達	レーザードップラー法の相関信号特性(Ⅱ)	計測自動制御学会北 海道支部講演会	1993. 1 .29
Yoshihisa AIZU Kouji OGINO (興和)	Toshiaki SUGITA (興和)	Tetsuya YAMAMOTO (興和)	Nobukatsu TAKAI (北海学園大)	Evaluation of blood flow at ocular fundus by using laser speckle	Applied Optics	31 3020-3029 (1992)
Toshimitsu ASAKURA (北大)						

CONTENTS

Science and Engineering

Nov. 1993

Whole No. 43

Electromagnetic Analysis of circular Taper waveguide Using Finite Element Method Takaomi OHNISHI, Toshikazu KUROSHIMA, and Ichiro SUGIOKA	1
Permeability of Hydrogen and Ion Emission Current Characteristics of Palladium Needle Tsutomu TERAOKA, Hideaki NAKANE and Hiroshi ADACHI	19
Development of Real-Time Geophysical Prospecting Equipment for the Frozen Ground Kunio KAWAUCHI, Akira MUTO, Noritoshi GOTO, Masazou TAKAMI, Toru WAKE	31
Other Achievements Studies for 1992 by Professor in this Institute	61

平成 5 年11月25日 印 刷 (非売品)
平成 5 年11月25日 発 行

編 集 室 蘭 工 業 大 学
発 行

印 刷 (有)日 光 印 刷

室蘭市母恋北町1丁目6番3号
T E L (代) 2 2 - 8 3 0 8